

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-205378
(43)Date of publication of application : 04.08.1998

1)Int.Cl.

1)Application number : 09-008925 (71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD
2)Date of filing : 21.01.1997 (72)Inventor : FUJIME YOKO

4) ENGINE CONTROL SYSTEM

7) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform accurate control along an objective value by constructing an engine forward model regarding an air-fuel ratio by using a control system and constructing an engine backward model for calculating the operation amount of an operation parameter regarding an air-fuel ratio based on a virtual air-fuel ratio obtained by the forward mode and an objective air-fuel ratio.

CONCLUSION: The control device 10 of an engine 1 decides, in a model base control unit 20, the basic operation amount Mfn of a fuel injection device based on the output signals of an engine speed calculation section 40, a throttle opening degree detecting means 12, an intake pipe wall temperature detecting means 14 and an objective air-fuel ratio calculation section 30. Then, in a conversion section 50, the basic operation amount Mfn is converted into a fuel injection cycle and outputted as an operation amount MF. Further, in the model base control section 20, the forward model of the engine 1 is constituted by an air system forward model, a fuel system forward model and an estimated air-fuel ratio calculation section incorporated therein, and a backward model for feeding back an estimated air-fuel ratio outputted from the forward model and outputting a basic operation amount Mfn is constructed.



GAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application converted
 into registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

AIMS

claim(s)]

claim 1] The engine control system characterized by fluctuating the aforementioned target air-fuel ratio in the amount change which suited the operational status of an engine while constituting the order model of the engine about an air-fuel ratio using a control system and constituting the reverse model of the engine which feeds back the virtual air-fuel ratio obtained with the aforementioned order model, and computes the control input of the operational parameter about the air-fuel ratio of an engine based on this virtual air-fuel ratio and a predetermined target air-fuel ratio.

claim 2] The engine control system according to claim 1 characterized by constituting the control system which constitutes the aforementioned order model possible [study].

claim 3] The engine control system according to claim 2 to which the control system in which the aforementioned study is possible is characterized by being at least one of a fuzzy neural network, a neural network, or the CMAC(s).

claim 4] An engine control system given in any 1 term of the claims 1-3 characterized by the change pattern of a target air-fuel ratio not including step-change.

claim 5] An engine control system given in any 1 term of the claims 1-4 characterized by restricting the amount of change of the aforementioned desired value based on the degree of influence to an operator's feeling.

claim 6] An engine control system given in any 1 term of the claims 1-5 characterized by changing the aforementioned desired value by feedforward control with a learning function.

claim 7] The engine control system according to claim 8 characterized by performing feedforward control with a learning function using any one of a neural network, a fuzzy neural network, or the CMAC(s).

claim 8] An engine control system given [desired value] in rich a predetermined amplitude and a predetermined period and any 1 term of claims 1-7 characterized by fluctuating desired value by making it change to RIN by turns.

claim 9] The engine control system according to claim 8 characterized by restricting at least one of the aforementioned amplitude and the periods based on the degree of influence to an operator's feeling.

claim 10] An engine control system given in any 1 term of the claims 5-9 characterized by judging the degree of influence to the aforementioned operator's feeling based on torque change.

claim 11] The engine control system according to claim 10 characterized by detecting the aforementioned torque change using rotation change of a crank angle.

translation done.]

NOTICES *

pan Patent Office is not responsible for any
 nages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

n the drawings, any words are not translated.

 DETAILED DESCRIPTION

etailed Description of the Invention]

001]

ne technical field to which invention belongs] this invention relates to the engine control system which controls an
 -fuel ratio in accordance with predetermined desired value using a reverse model.

002]

escription of the Prior Art] From the former, controlling the air-fuel ratio of an engine in accordance with this desired
 ue is performed, fluctuating desired value in the predetermined amount of change. While determining the amount of
 sic operation of the aforementioned operational parameter using the map which memorized the control input of the
 erational parameter about the air-fuel ratio which suited various operational status of an engine, the air-fuel ratio is
 ntrolled by this conventional engine control system by fluctuating the aforementioned desired value in the amount of
 ange which suited the operational status of an engine, and fluctuating the aforementioned amount of basic operation
 amendment in accordance with this desired value.

003]

problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional engine control system, even
 t fluctuates desired value smoothly since the amount of basic operation of the operational parameter about an air-fuel
 io is determined using a map for example, since only step-change is obtained, consequently a final control input
 anges in [the air-fuel ratio as a controlled variable] step, a step torque change arises and it has the problem that an
 pleasant feeling may be given to an operator, depending on a operating range. And above all, as described above,
 ce it cannot attain high control of precision that the change pattern of desired value and the change pattern of a
 ntrolled variable are not correctly in agreement, to improve this is desired. this invention solves the above-mentioned
 nventional trouble, and aims at offering the engine control method that the control which met desired value correctly
 n be attained.

004]

means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the engine control system concerning
 : claim 1 of this invention Constitute the order model of the engine about an air-fuel ratio using a control system, and
 : virtual air-fuel ratio obtained with the aforementioned order model is fed back. While constituting the reverse model
 the engine which computes the control input of the operational parameter about the air-fuel ratio of an engine based
 this virtual air-fuel ratio and a predetermined target air-fuel ratio, it is characterized by fluctuating the
 rementioned target air-fuel ratio in the amount of change which suited the operational status of an engine.

005]

mbodiments of the Invention] Hereafter, with reference to one example shown in the accompanying drawing, the
 stalt of operation of the engine control system concerning this invention is explained. Drawing 1 is the schematic
 agram showing the relation between an engine 1 and the control unit 10 which can perform the engine control system
 ncerning this invention. An engine 1 introduces a gaseous mixture into the combustion chamber of a cylinder 5
 ough the air cleaner 3 and fuel injection equipment 4 which were formed in the inlet pipe 2, is a four stroke cycle
 gine which exhausts the exhaust gas after combustion in the atmosphere through an exhaust pipe 6, and is omitted in
 s view about other composition members, such as an inhalation-of-air bulb and an exhaust air bulb. In addition, the
 n 7 shows the crank case among drawing 1 , and the sign 8 shows the throttle valve respectively. The three way
 mponent catalyst 9 is formed in the lower stream of a river of the aforementioned exhaust pipe 6. By repeating
 idization and reduction by turns, this three way component catalyst 9 reacts with components in the exhaust gas from
 engine 1, such as HC, CO, and NOx, and purifies these components. To activate the purification reaction of the
 rementioned three way component catalyst 9, a control unit 10 operates the fuel oil consumption from a fuel injection
 uipment 4, and controls the value of the air-fuel ratio in exhaust gas. The information alpha about the throttle opening

ained from the throttle opening detection means 12 prepared in the throttle valve 8 as this control unit 10 is shown in wing 1 The information r about the crank angle obtained from the crank angle detection means 13 prepared in the nk case 7 The information tw about the inlet-pipe wall temperature obtained from the inlet-pipe wall-temperature ection means 14 prepared in the inlet pipe 2 is inputted. While determining and outputting the control input Mf mely, fuel oil consumption) of the fuel injection equipment 4 formed in the inlet pipe 2 based on these input The ormation E about the actual air-fuel ratio obtained from the oxygen sensor 15 prepared in the exhaust pipe 6 is utted if needed, and it is constituted so that the amendment and study based on this information may be performed l always optimal control can be performed.

06] Drawing 2 is the outline block diagram showing the composition of a control unit 10. A control unit 10 is ipped with the model-based-control section 20, the target air-fuel ratio calculation section 30, the engine-speed eration part 40, a transducer 50, and the feedback control section 60, and usually operates the gap between the control des or the engine models of the model-based-control section 20, and the actual engines 1 which operate the fuel oil umption from a fuel injection equipment 4, and control the value of the air-fuel ratio in exhaust gas to activate the ification reaction of a three way component catalyst 9 in which the mode in amendment feedback amendment mode. e model-based-control section 20 inputs the target air-fuel ratio Ep computed in engine-speed n computed by the gine-speed operation part 40 and the throttle opening α , the inlet-pipe wall temperature T , and the target air-fuel io calculation section 30, determines the amount Mfn of basic operation of a fuel injection equipment based on these ormation, it is a transducer 50, and changes the aforementioned amount Mfn of basic operation into the fuel-injection le of an engine 1, and outputs it from a control unit 10 as a control input Mf . The target air-fuel ratio calculation tion 30 inputs engine-speed n , the throttle opening α , and crank angle r , determines the target air-fuel ratio Ep sed on these information, and outputs it to the model-based-control section 20. The feedback control section 60 inputs ormation E and the target air-fuel ratio Ep about an actual air-fuel ratio, determines the feedback amendment signal a based on these comparison results, outputs it to the model-based-control section 20, and only when it is an endment thing and the error in the model-based-control section 20 is put into a control unit 10 by feedback endment mode, it functions.

07] (model-based-control section) With reference to drawing 3 - drawing 5, the composition of the model-based- ntrol section 20 is explained hereafter. Drawing 3 is the outline block diagram showing the composition of the model- sed-control section 20 in drawing 2. The model-based-control section 20 is equipped with the presumed air-fuel ratio eration part 23 which computes the presumed air-fuel ratio Ev based on the presumed air content Av and the : presumed fuel quantity Fv which are outputted from the order model 21 of an air system which modeled the behavior of : air in an inlet pipe 2, the order model 22 of a fuel system which modeled the behavior of the fuel injected from a fuel ection equipment 4, and each order models 21 and 22. Moreover, the model-based-control section 20 is equipped th the feedback loop which feeds back the presumed air-fuel ratio Ev outputted from the presumed air-fuel ratio eration part 23 to the amount operation part 24 of basic operation. The aforementioned amount operation part 24 of sic operation computes the amount Mfn (basic fuel oil consumption) of basic operation to the fuel injection equipment of an engine 1 by inputting the presumed air-fuel ratio Ev outputted from the presumed air-fuel ratio operation part 23, d the target air-fuel ratio Ep outputted from the target air-fuel ratio calculation section 30. This amount Mfn of basic eration is inputted also into the order model 22 of a fuel system while it is outputted from the model-based-control tion 20, and the order model 22 of a fuel system calculates the presumed fuel quantity Fv based on the rementioned amount Mfn of basic operation. As described above, the reverse model of the engine which feeds back : presumed air-fuel ratio Ev outputted from the order model of the aforementioned engine 1 using the feedback loop ich constitutes the order model of an engine 1 by the order model 21 of an air system, the order model 22 of a fuel stem, and the presumed air-fuel ratio operation part 23, and contains the aforementioned order model 22 of a fuel stem, the presumed air-fuel ratio operation part 23, and the amount operation part 24 of basic operation, and outputs : amount Mfn of basic operation consists of the

08] (the order model of a fuel system) Drawing 4 is the outline block diagram showing the composition of the rementioned order model 22 of a fuel system. This order model 22 of a fuel system models the behavior of the fuel ected from the fuel injection equipment 4 as mentioned above. This order model 22 of a fuel system is equipped with n-adhering fuel operation part 22a, adhesion fuel operation part 22b, the first-order-lag sections 22c and 22d, fuel posit-efficiency presumption section 22e, and 22f of evaporation time constant presumption sections, and presumes : fuel quantity which actually enters in a cylinder 8 from the amount Mfn (basic fuel oil consumption) of basic eration inputted from the aforementioned amount operation part 24 of basic operation. The aforementioned fuel posit-efficiency presumption section 22e models the fuel deposit efficiency x using the fuzzy neural network which ade the relation between engine-speed n , and the throttle opening α and the fuel deposit efficiency x learn orehand, a neural network, or CMAC, inputs engine-speed n and the throttle opening α , and presumes the rate x

henceforth, fuel deposit efficiency x) at which the fuel injected from the fuel injection equipment 4 adheres to the wall surface of inlet-pipe 2 grade based on these information. In addition, although not illustrated, if needed, this fuel deposit-efficiency presumption section 22e inputs the teacher data based on the comparison result of the actual air-fuel ratio E and the target air-fuel ratio E_p , when the operational status of an engine is in a transient, and it may be constituted so that the error of the order model of a fuel system which aging etc. produces owing to can be amended and learned. The 22f of the aforementioned evaporation time constant presumption sections Moreover, engine-speed n , throttle opening α And the fuzzy neural network which made the relation between the inlet-pipe wall temperature T_e (or engine water temperature) and the evaporation time constant τ learn beforehand, The evaporation time constant τ modeled using a neural network or CMAC. Engine-speed n , the throttle opening α , and the inlet-pipe wall temperature T_e (or engine water temperature) are inputted, and the time constant τ (henceforth, evaporation time constant τ) in which the fuel adhering to the wall surface evaporates is presumed based on these information. In addition, like the aforementioned fuel deposit-efficiency presumption section 22e, although no less than 22f of this evaporation time constant presumption section is not illustrating, if needed, when the operational status of an engine is in a transient, the teacher data based on the comparison result of the actual air-fuel ratio E and the target air-fuel ratio E_p is inputted, and it may be constituted so that the error of the order model of a fuel system which aging etc. produces owing to can be amended and learned. About above-mentioned fuel deposit-efficiency presumption section 22e and 22f of evaporation time constant presumption sections, it is indicated in detail by Japanese Patent Application No. No. 271188 [eight to] for which the applicant for this patent applied on October 14, Heisei 8. Non-adhering fuel operation part 22a computes the fuel quantity which goes into the combustion chamber of the direct injector 5 from the fuel injection equipment 4 in the amount M_{fn} (namely, basic fuel oil consumption) of basic operation inputted from the amount operation part 24 of basic operation based on the fuel deposit efficiency x obtained from aforementioned fuel deposit-efficiency presumption section 22e. Once adhesion fuel operation part 22b adheres to wall surface in the amount M_{fn} (basic fuel oil consumption) of basic operation inputted from the amount operation part 24 of basic operation based on the fuel deposit efficiency x obtained from aforementioned fuel deposit-efficiency presumption section 22e, it computes the fuel quantity which enters in a cylinder 5. The fuel quantity obtained from aforementioned non-adhering fuel operation part 22a and adhesion fuel operation part 22b is the first-order-lag sections 22c and 22d respectively, after approximating in a first order lag based on the evaporation time constants τ_{u1} and τ_{u2} obtained from 22f of evaporation time constant operation part, is added and is outputted from the order model 22 of a fuel system as presumed fuel quantity F_v . In addition, when it usually models the behavior of the fuel injected from the fuel injection equipment 4 in an engine 1, a dead time until injection fuel enters in a cylinder 5 from a fuel injection equipment 4 is taken into consideration. Although it is necessary in drawing 4 to prepare 22g of phase lag sections for dead times which delay a phase by the dead time as a dashed line shows In the order model 22 of a fuel system in this example, the need of preparing 22g of phase lag sections for dead times by advancing the phase of the order model of a fuel system by the aforementioned dead time is abolished. Thereby, since the order model 22 of a fuel system becomes a simple first order lag, when performing feedback control using the output of the order model 22 of a fuel system, it comes possible to enlarge feedback gain and the exact reverse model with which the proper amount of basic operation obtained by the transient is constituted.

[009] (the order model of an air system) Drawing 5 is the outline block diagram showing the composition of the aforementioned order model 21 of an air system. This order model 21 of an air system is equipped with phase-lead-lag-network section 21 for throttle opening α , air-content operation part 21b, pressure transducer 21c, 21d of depression-at-engine-manifold operation part, volumetric-efficiency presumption section 21e, and 21f of phase-lead-lag-network sections for engine speeds.

[010] (Gentlemen phase lead sections 21a and 21f) Aforementioned phase-lead-lag-network section 21 for throttle opening α and 21f of phase-lead-lag-network sections for engine speeds advance the phase of the throttle opening α outputted by the removed dead time (namely, time after injection fuel is injected from a fuel injection equipment 4, until it enters in a cylinder 5), and engine-speed n in the aforementioned order model 22 of a fuel system. Specifically, the gentlemen phase lead sections 21a and 21f are respectively equipped with the neural network which learned beforehand a change pattern of the engine speed to time, or throttle opening, and advance a phase by this neural network by calculating the future value of an engine speed or throttle opening based on two or more past engine speeds or throttle opening in time. Thus, in the order model 21 of an air system, by advancing the phase of throttle opening and an engine speed by the dead time, the phase of both the order model 22 of a fuel system and the order model 21 of an air system will be advanced by the dead time, the phase shift of the presumed fuel quantity F_v and the presumed air content A_v by removing the dead time with the order model 22 of a fuel system is lost, and it becomes possible to presume a proper presumed air-fuel ratio by the presumed air-fuel ratio operation part 23 Moreover, like the engine of a cylinder-injection-of-fuel formula, although it is so small that that in which a dead time until injection fuel enters in a cylinder

in a fuel injection equipment does not exist, and the aforementioned dead time can be disregarded, since it is not necessary in a case to prepare the phase lag section for dead times from the start when the behavior of injection fuel is deleted, it is not necessary to, also form the Gentlemen phase lead sections 21a and 21f in the order model 21 of an air item for example. In addition, how to advance a Gentlemen phase is not restricted to the method of using a neural work, but is good by arbitrary methods, for example, may use the least square method etc.

[11] 21d of modelings by operation part 21b of an air content A_v and depression at engine manifold P_{mam} , the hydrodynamic formula (1), and (2) is performed.

式 $A_v(\alpha, P_{mam})$

$$= Ct \frac{\pi}{4} D^2 \frac{P_{amb} \sqrt{k}}{\sqrt{RT_{amb}}} \beta_1(\alpha) \beta_2(P_{mam}) + \dot{m}_{ao} \dots (1)$$

式 負圧 $\dot{P}_{mam} = -\frac{1}{\tau} P_{mam} \frac{RT_{mam}}{V} A_v(\alpha, P_{mam}) \dots (2)$

α -- M_a -- an inhalation air content and C_t -- the number of flowmeters in a throttle, and D -- the diameter of a throttle, and P_{amb} -- atmospheric pressure and k -- the specific heat of air, and T_{amb} -- large atmospheric temperature and R -- a gas constant and M_{ao} -- amendment -- counting to which inlet-pipe temperature and V depend on inlet-pipe volume, and counting and T_{man} depend for beta 1 on throttle opening, and beta 2 are counting depending on the pressure-of-induction-pipe force Moreover, about volumetric efficiency η_v , modeling by the fuzzy neural networks (or neural network, CMAC, etc.) where modeling with a formula made the relation between engine speed signal n and the throttle opening α , and volumetric efficiency η_v , as for eye a difficult hatchet and volumetric-efficiency presumption section 21e, learn beforehand is performed. In addition, when the output from volumetric-efficiency presumption section 21e has a control unit 10 in feedback amendment mode, it is amended by the feedback amendment neural FBa from the aforementioned feedback control section 30, and volumetric-efficiency presumption section 21e is substituted possible [study] by using volumetric efficiency η_v after amendment as teacher data.

[12] (target air-fuel ratio calculation section 30) Drawing 6 is the outline block diagram showing the composition of target air-fuel ratio calculation section 30. The target air-fuel ratio calculation section 30 is equipped with the amount calculation section 31 of basic change, the change limit section 32, and the wave creation section 33.

[13] (the amount calculation section of basic change) The aforementioned amount calculation section 31 of basic change It consists of the neural network (refer to drawing 7) which made the relation between the target period T_p for making it change in the range which makes theoretical air fuel ratio (14.7) central value for engine-speed n , and the throttle opening α and a target air-fuel ratio, and does not affect the operating characteristic of an engine, and a target amplitude A_p learn beforehand. Engine-speed n and the throttle opening α are inputted, and it outputs in those conditions in quest of the period and amplitude of the range which do not affect the operating characteristic of an engine.

[14] The change limit section 31 Change allowed value determination section 31a, (change limit section) It consists of rotation change detecting-element 31b, comparator 31c, and 31d of correction value calculation sections. The degree of influence which the amount of change of the target air-fuel ratio E_p actually outputted from the target air-fuel ratio calculation section 30 (Vibration T_p and amplitude A_p) exerts on an operator's feeling The amplitude A_p and period T_p is amended so that it may judge based on torque change which is the factor which is easy to affect an operator's feeling, i.e., rotation change of an engine, and a feeling with the target air-fuel ratio E_p unpleasant to an operator actually outputted may not be given. Below, concrete processing of each part of the change limit section 31 is explained. As shown in drawing 8, rotation change detecting-element 31b consists of an angular-velocity detecting element, an angular-acceleration detecting element, the angular-acceleration averaging section, and the deflection accumulation section, and is an angular-acceleration detecting element. The predetermined crank angle signal r of two points in case of engine 1 obtained from the crank angle detection means 13 is in an expansion stroke is inputted as feedback information. Based on this crank angle signal r , the angular velocity v between the crank angles of the two aforementioned points is calculated for every cycle, and angular acceleration (acc) is further calculated by the angular-acceleration detecting element from the angular velocity between the crank angles of the two aforementioned points (v_1 and v_2). Whenever it repeats the operation of this angular acceleration, for every cycle, the average (acc_ave) of angular acceleration is calculated, the absolute value of the difference of the angular acceleration (acc) at that time and the angular-acceleration average (acc_ave) is made into an angular-acceleration variation (fl) in the angular-acceleration averaging section, and it accumulates one after another in the deflection accumulation section by making the angular-acceleration variation (fl) concerned into a combustion aggravation index (pnt). And the combustion aggravation index

nt) which repeated the above-mentioned processing by 100 cycles, and obtained it is outputted as rotation change. On the other hand, change allowed value determination section 31a is memorized in the form of a map, a formula, etc. beforehand in quest of the allowed value (lim) of rotation change which does not give an operator an unpleasant feeling responding to the engine speed and throttle opening of an engine 1 by experiment etc., inputs engine speed signal n and the throttle opening signal α , and outputs the allowed value (lim) of the rotation change at that time. In comparator 31c, an actual rotation change (pnt) obtained from aforementioned rotation change detecting-element 31b is compared with the change allowed value (lim) obtained from change allowed value determination section 31a, and the comparison result is outputted to 31d of correction value calculation sections. When an actual rotation change (pnt) is larger than a change allowed value (lim), 31d of correction value operation part The present period T_p and present amplitude A_p of the target air-fuel ratio E_p So that it may judge that it is what gives an operator an unpleasant feeling and a period T_p and an amplitude A_p may enter within the limits of the change allowed value (lim) at that time The restrictive amendment signal La is determined and outputted. when an actual target rotation change (pnt) is smaller than change allowed value (lim) The present period T_p and present amplitude A_p of the target air-fuel ratio E_p judge that it is not what affects an operator's feeling, and make the aforementioned amendment signal La zero. Drawing 9 is a flow chart which shows a series of above-mentioned processings of the change limit section 31.

[15] (wave creation section) The wave creation section 33 is outputted in quest of the target air-fuel ratio E_p which is the wave changed considering central value as theoretical air fuel ratio (14.7) based on the period and amplitude after amendment adding the amendment signal La outputted to the period T_p outputted from the amount calculation section 31 of basic change, and an amplitude A_p from the change limit section 32.

[16] (study of the amount calculation section of basic change) In addition, the neural network which constitutes the aforementioned amount calculation section 31 of basic change learns by making it correspond to the engine speed and throttle opening at that time by using as teacher data the period and amplitude after amendment adding the amendment signal La outputted from the change limit section 32. Thereby, in the control after study, the amount calculation section of basic change follows aging of the occasional engine etc., and is improved, and it comes to output the period T_p and amplitude A_p which can activate a three way component catalyst most in the range which an operator does not have in an unpleasant feeling. Thus, rotation change which is the factor which is easy to affect an operator's feeling is fed back. By controlling the amplitude A_p and period T_p of change of a target air-fuel ratio, adding amendment so that this rotation change may fall within the range of an allowed value It becomes possible to fluctuate a target air-fuel ratio in a range which does not give an operator an unpleasant feeling to the maximum extent. it can respond now also to change by the thing [sometimes coming out and activating the maximum] of an engine operation state becoming possible about a three way component catalyst, and learning the amount of change after amendment as teacher data

[17] (feedback control section 60) Next, the feedback amendment mode using the feedback control section 60 is explained. The above-mentioned control unit 10 changes from the usual control to feedback amendment mode, when the operational status of an engine changes more than predetermined (for example, when throttle opening changes above predetermined rate of change), as shown in drawing 10 (a). When it judges whether this feedback amendment mode has a gap between the order model of the engine in the model-based-control section 20, and an actual engine and there is a gap, it is the mode which amends the aforementioned order model, and as shown in drawing 11 in the meantime, the value of each outputs E_p , M_{fn} , and F_{Ba} of the target air-fuel ratio calculation section 30, the model-based-control section, and the feedback control section 60 is usually changed with the time of control. If the target air-fuel ratio calculation section 30 goes into feedback amendment mode, it will stop fluctuating the target air-fuel ratio E_p , and will output constant value (14.7), i.e., theoretical air fuel ratio, to the model-based-control section 20 and the feedback control section 60. Thereby, the model-based-control section 20 comes to output the amount M_{fn} of basic operation based on said desired value E_p which is not changed. The feedback control section 60 feeds back the actual air-fuel ratio of the engine 1 controlled considering theoretical air fuel ratio as desired value E_p using the oxygen sensor 15 in which was prepared by the exhaust pipe 6. The information E referred to as whether to be whether the actual air-fuel ratio obtained from this oxygen sensor 15 is rich, and RIN As compared with the target air-fuel ratio E_p inputted from the target air-fuel ratio calculation section 30, the information E acquired from an oxygen sensor 15 based on this comparison result in being rich When the information E which determines the amendment amendment signal F_{Ba} , inputs the order model of the model-based-control section 20 so that fuel oil consumption may decrease, and is required from an oxygen sensor 15 is RIN The amendment amendment signal F_{Ba} is determined and the order model of the model-based-control section 20 is outputted so that fuel oil consumption may increase (refer to drawing 2). Specifically, the amendment signal F_{Ba} outputted from the aforementioned feedback control section 60 is inputted into the order model 21 of an air system, as it is an amendment thing and the volumetric efficiency η_v of the order model 21 of an air system in the model-based-control section 20 is shown in drawing 3, and as shown in drawing 5, it is added to output as correction value from volumetric-efficiency presumption section 21e. Moreover, in the aforementioned

feedback control section 60, when the output from an oxygen sensor 15 is RIN when the output from an oxygen sensor is rich so that fuel oil consumption may not change in step into feedback amendment mode, and fuel oil consumption may be reduced gradually and, it is determined that the amendment signal FBa will increase fuel oil consumption gradually. Although a rapid torque change had arisen during feedback control since fuel oil consumption was changed in step according to the output of an oxygen sensor as shown in drawing 12 (a) when feedback control was conventionally performed using an oxygen sensor, the torque change in feedback amendment mode can be suppressed by determining the amendment signal FBa that fuel oil consumption will not change in step like this example in the feedback control section 60 (refer to drawing 12 (b)). This feedback amendment mode is performed until the gap between the order model of the engine in the model-based-control section 20 and the actual engine 1 is lost (i.e., as the output of the model-based-control section 20 and the outputs Mfn and FBa of the feedback control section 60 show in drawing 11 until it begins to vibrate periodically that it is rich to RIN on both sides of theoretical air fuel ratio). Moreover, the order model 21 of an air system repeats study by using as teacher data volumetric efficiency obtained in a feedback amendment mode, and, thereby, after [of the gap between the order model of an engine and an actual engine] study is lost. Although it was carried out by crossing the whole region while the operational status of an engine fills predetermined conditions as shown in drawing 10 (b) when feedback control was conventionally performed using an oxygen sensor 15 By controlling to carry out until the gap between the order model of an engine and an actual engine is lost, after the operational status of an engine changes like this example The time in feedback amendment mode may be shortened from the time of the conventional feedback control. It becomes possible by being able to suppress change of the torque by the feedback control using the oxygen sensor to the minimum, and shortening time in feedback amendment mode to secure the time which can be changed according to a three way component catalyst in an air-fuel ratio for a long time.

[18] (The example effect) Since according to the example explained above the degree of influence given to an operator's feeling was judged using rotation change and the amount of change of a target air-fuel ratio is restricted based on the judgment result It does not have bad influence on an operator's feeling by fluctuating a target air-fuel ratio. by [Since empty mpg can be fluctuated now within limits which do not have bad influence on an operator's feeling to a maximum extent, the thing [that you sometimes come out and make it activated most] also becomes possible about a three way component catalyst. Moreover, in the above-mentioned example, since the air-fuel ratio is fluctuated with a predetermined period and a predetermined amplitude, change of an air-fuel ratio does not produce a rapid torque change including step-change. Furthermore, according to this example, since the amount Mfn of basic operation is calculated in the model-based-control section 20 using the model of an engine, it becomes possible to fluctuate the amount Mfn of basic operation smoothly along with the target air-fuel ratio E_p , and the effect that precision of control is highly made compared with the case where the amount of basic operation is calculated using a map etc. is done so.

[19] (in addition to this) Although change of desired value has judged the degree of influence given to an operator's feeling in this example explained above based on rotation change of an engine The factor for judging the aforementioned degree of influence, without being limited to this example If it is the factor which can judge an operator's feeling, are good at arbitrary factors. Into the portion in contact with operators, such as an accelerator in the equipment of operators, such as a helmet and a globe, or vehicles, for example, an operator's own temperature, The sensor which detects physiology states, such as a sweating state and a pulse, may be formed, it may constitute so that an operator's feeling may be judged from an operator's physiology condition, or you may constitute so that an operator's feeling may be judged from vehicles other than rotation change, or the operating state of an engine. Although the example which controls the air-fuel ratio of the four stroke cycle engine 1 by which the fuel injection equipment 4 was formed in the inlet pipe 2 by this example is explained, the form of the engine which should be controlled can be applied to the engine of various form, such as a two-cycle engine and an engine of a cylinder-injection-of-fuel formula, for example, without being limited to this example. Moreover, although controlled by the period and amplitude which are in the tolerance of the degree of influence given to the operating characteristic of an engine, and an operator's feeling, and can activate a three way component catalyst most at this example to fluctuate an air-fuel ratio, you may fluctuate the purpose which fluctuates an air-fuel ratio for the purpose of other purposes, for example, the improvement in mpg etc., without being limited to this example. Therefore, at this example, although the air-fuel ratio is fluctuated bordering on theoretical air fuel ratio, it may change in the range which is near the RIN fluctuation about an air-fuel ratio when the basic conditions of change of an air-fuel ratio can also be changed according to the purpose when the purposes differ, for example, making it change for the purpose of the improvement in mpg, and does not affect operation of an engine.

[20]

[effect of the Invention] According to the engine control system concerning this invention explained above, the order model of the engine about an air-fuel ratio is constituted using a control system. While constituting the reverse model of

engine which feeds back the virtual air-fuel ratio obtained with the aforementioned order model, and computes the control input of the operational parameter about the air-fuel ratio of an engine based on this virtual air-fuel ratio and a determined target air-fuel ratio. Since the aforementioned target air-fuel ratio is fluctuated in the amount of change which suited the operational status of an engine, it becomes possible to fluctuate the control input of an operational parameter correctly in accordance with desired value, and the effect that high control of precision can be performed more is done so.

translation done.]

NOTICES *

pan Patent Office is not responsible for any
mages caused by the use of this translation.

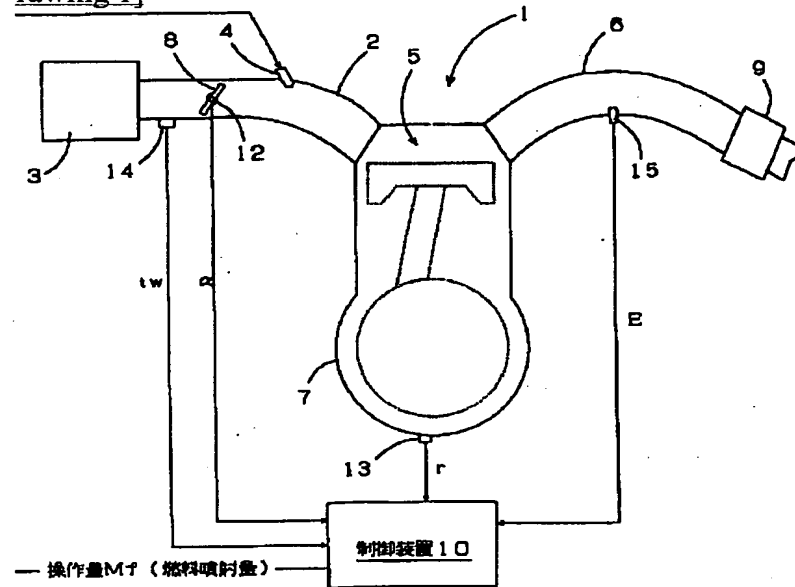
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

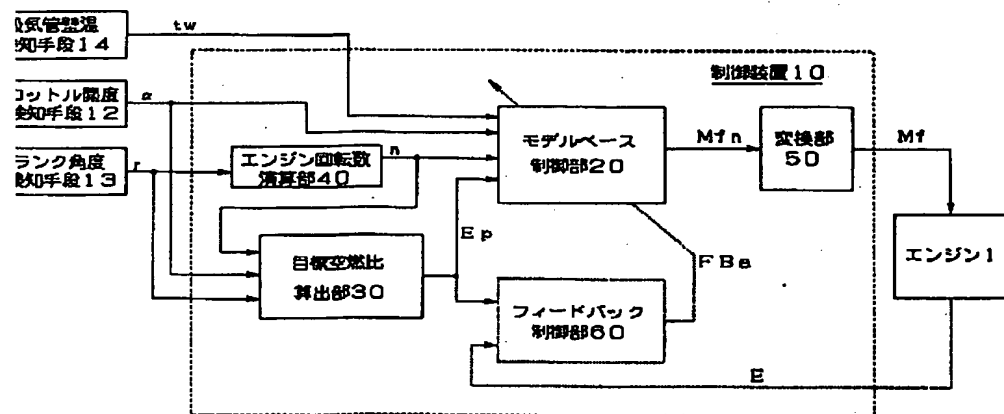
In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

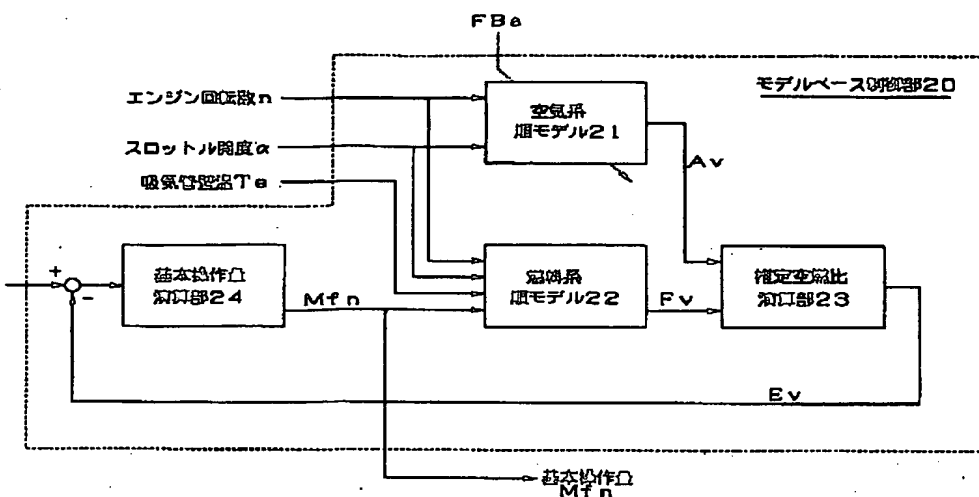
rawing 1]



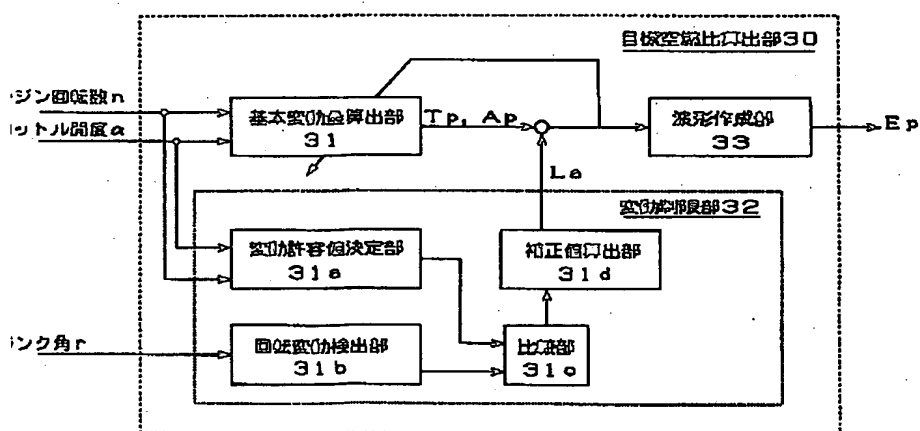
rawing 2]



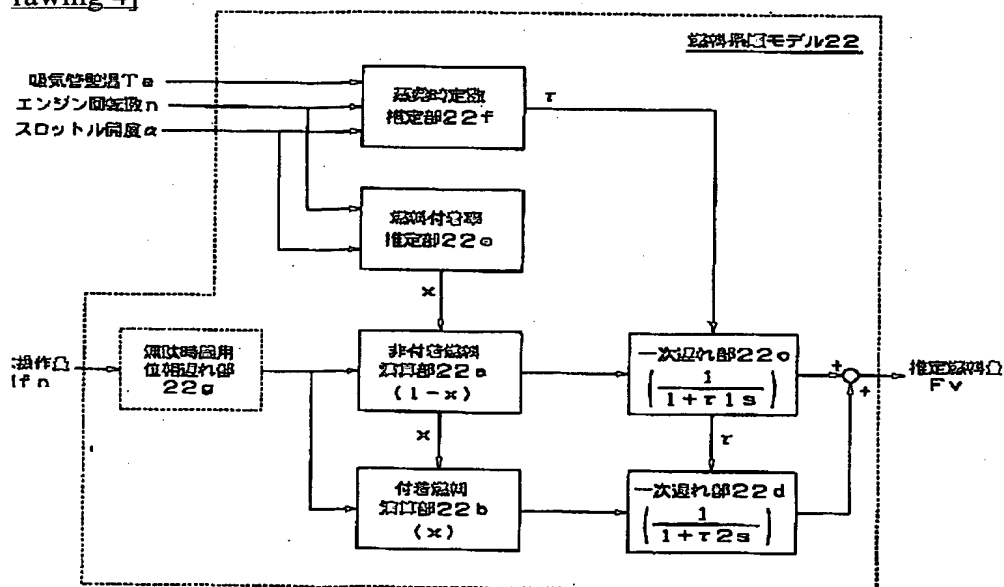
rawing 3]



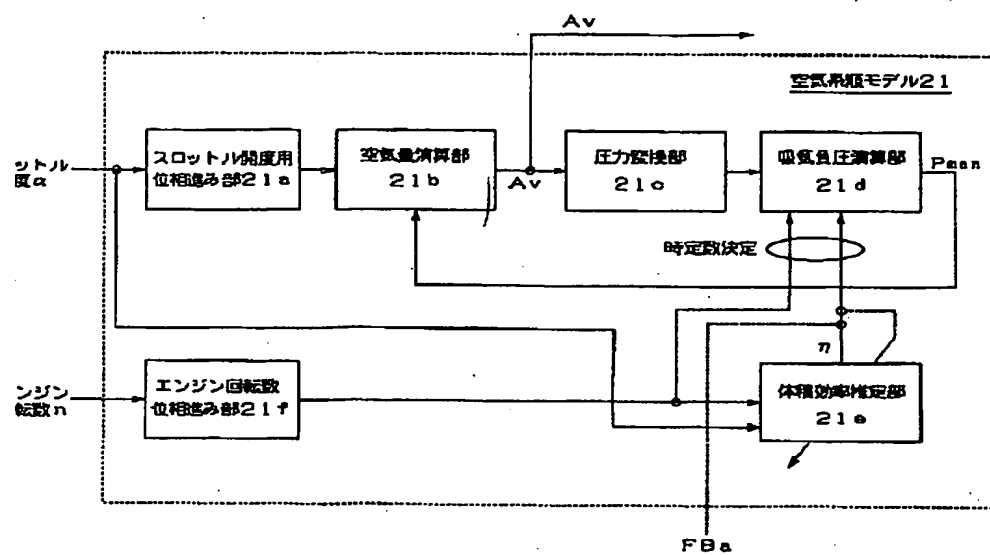
rawing 6]



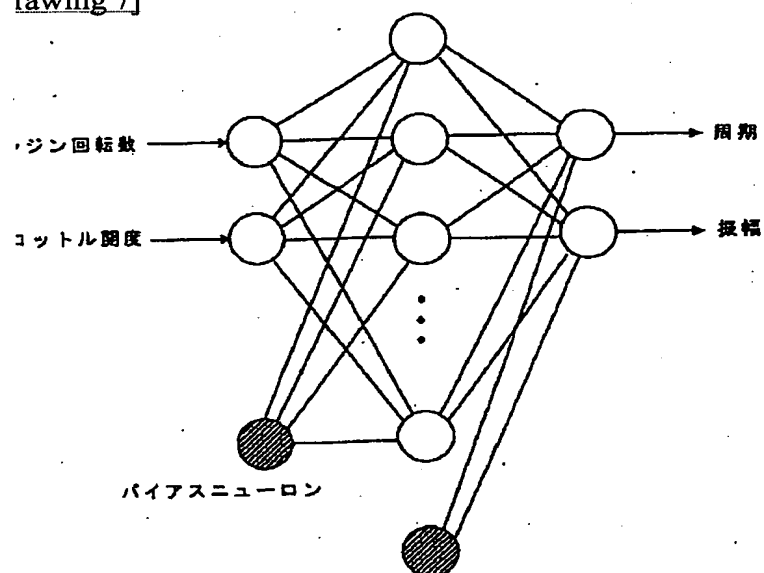
rawing 4]



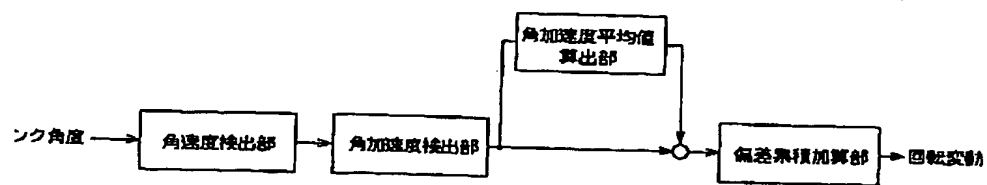
rawing 5]



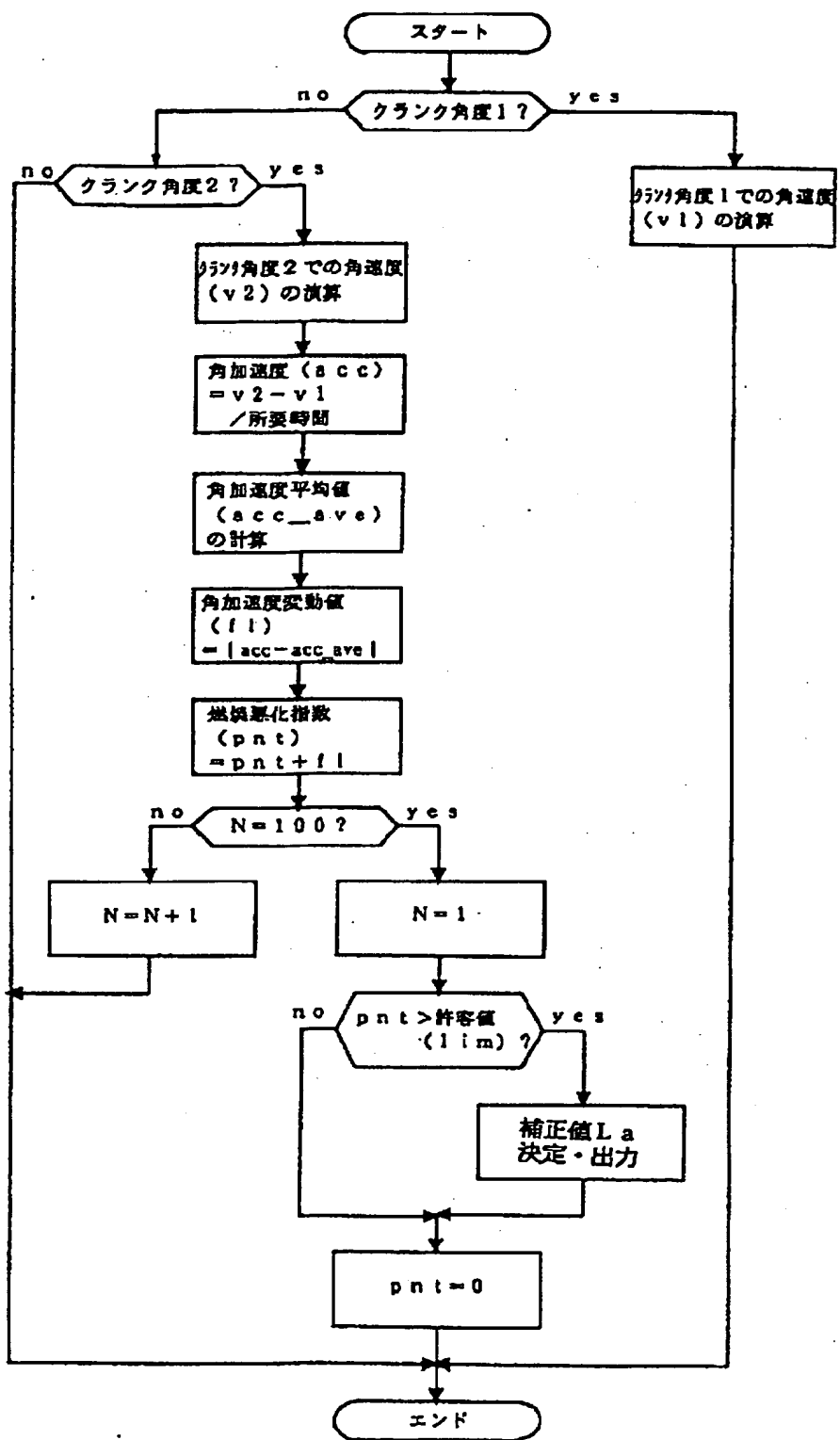
rawing 7]



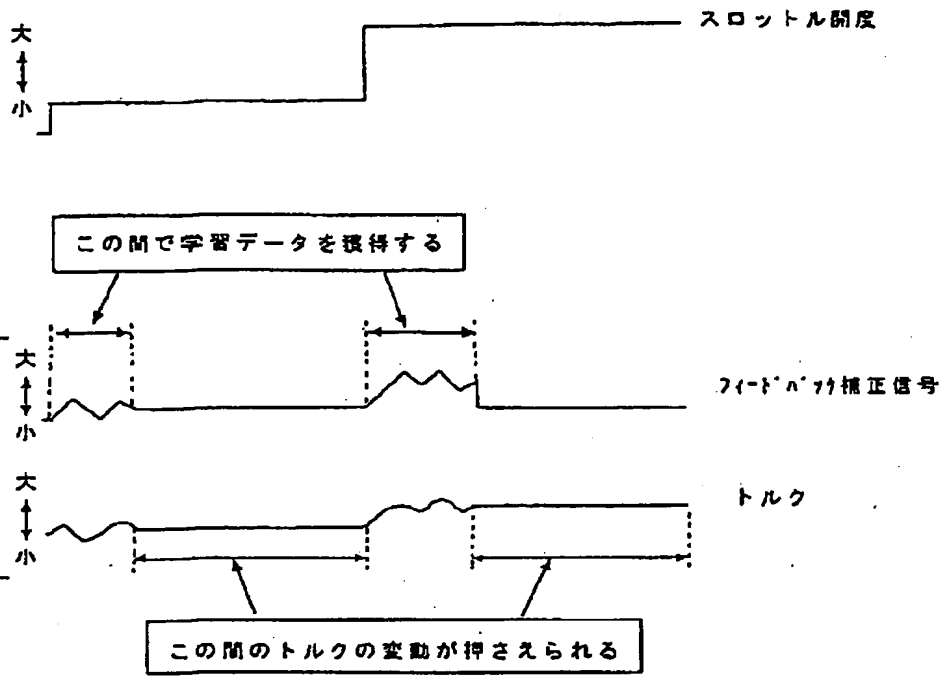
rawing 8]



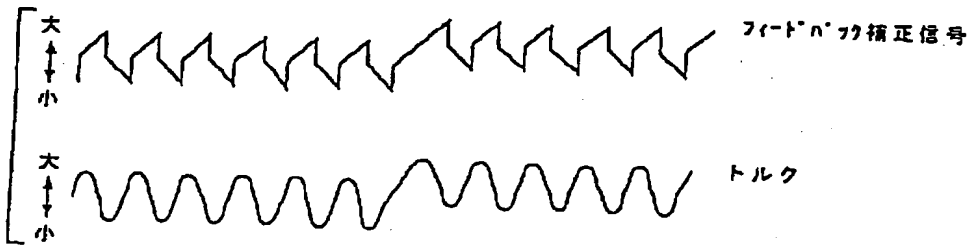
rawing 9]



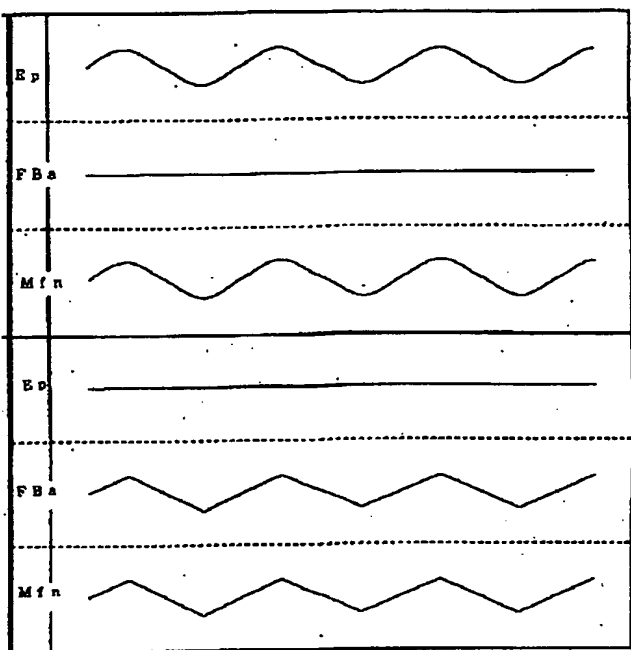
(a)



(b)

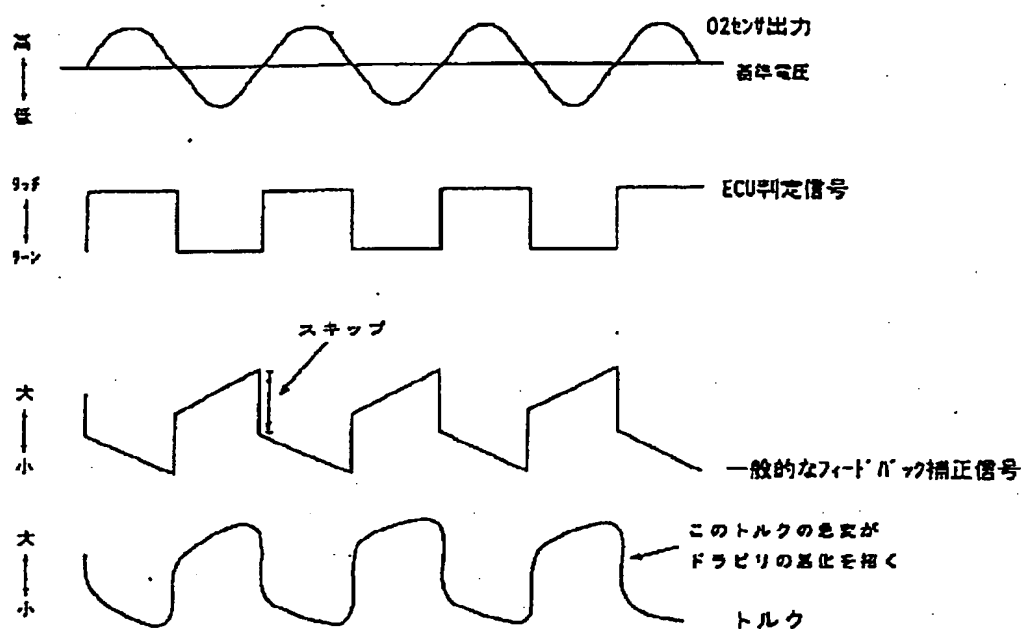


rawing 11]



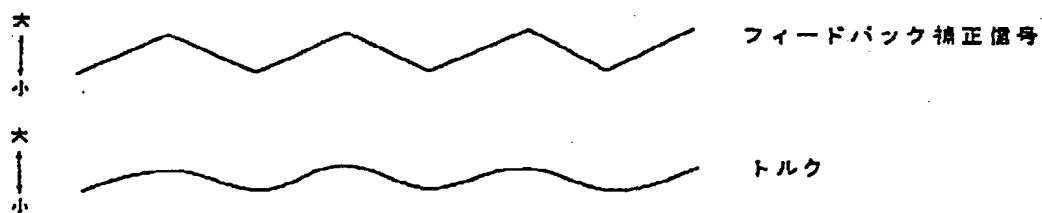
rawing 12]

(a)



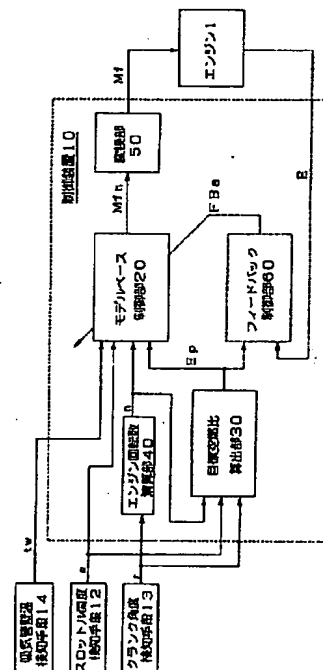
一般的なO2フィードバック

(b)



本発明によるO2フィードバック

(11)特許出願公開番号



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空燃比に関するエンジンの順モデルを制御系を用いて構成し、前記順モデルで得られる仮想空燃比をフィードバックし、該仮想空燃比と所定の目標空燃比とに基づいてエンジンの空燃比に関する動作パラメータの操作量を算出するエンジンの逆モデルを構成すると共に、

前記目標空燃比をエンジンの運転状態に適合した変動量で変動させることを特徴とするエンジン制御方式。

【請求項2】 前記順モデルを構成する制御系が学習可能に構成されていることを特徴とする請求項1に記載のエンジン制御方式。

【請求項3】 前記学習可能な制御系がファジーニューラル回路網、ニューラル回路網、又はCMACの少なくとも一つであることを特徴とする請求項2に記載のエンジン制御方式。

【請求項4】 目標空燃比の変動パターンがステップ的な変化を含まないことを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載のエンジン制御方式。

【請求項5】 前記目標値の変動量を運転者のフィーリングへの影響度に基づいて制限することを特徴とする請求項1～4の何れか一項に記載のエンジン制御方式。

【請求項6】 前記目標値の変動を学習機能付きフィードフォワード制御で行うことを特徴とする請求項1～5の何れか一項に記載のエンジン制御方式。

【請求項7】 学習機能付きフィードフォワード制御を、ニューラル回路網、ファジーニューラル回路網、又はCMACの何れか一つを用いて実行することを特徴とする請求項8に記載のエンジン制御方式。

【請求項8】 目標値を所定の振幅及び周期でリッチ及びリーンに交互に変化させることにより目標値を変動させることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載のエンジン制御方式。

【請求項9】 前記振幅及び周期の少なくとも一つを運転者のフィーリングへの影響度に基づいて制限することを特徴とする請求項8に記載のエンジン制御方式。

【請求項10】 前記運転者のフィーリングへの影響度をトルク変動に基づいて判断することを特徴とする請求項5～9の何れか一項に記載のエンジン制御方式。

【請求項11】 前記トルク変動を、クランク角の回転変動を用いて検出することを特徴とする請求項10に記載のエンジン制御方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、逆モデルを用いて所定の目標値に沿って空燃比を制御するエンジン制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、目標値を所定の変動量で変動させながら、該目標値に沿ってエンジンの空燃比を制御

することは行われている。この従来のエンジン制御方式では、エンジンの様々な運転状態に適合した空燃比に関する動作パラメータの操作量を記憶したマップを用いて前記動作パラメータの基本操作量を決定すると共に、前記目標値を、エンジンの運転状態に適合した変動量で変動させ、この目標値に沿って前記基本操作量を補正的に変動させることにより空燃比を制御している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記した従来のエンジン制御方式では、空燃比に関する動作パラメータの基本操作量をマップを用いて決定しているため、例えば、目標値を滑らかに変動させても、最終的な操作量はステップ的な変動しか得られず、その結果、制御量としての空燃比もステップ的に変化するので、ステップ的なトルク変動が生じ、運転領域によっては運転者に不快なフィーリングを与える可能性があるという問題がある。そしてなにより、上記したように、目標値の変動パターンと制御量の変動パターンが正確に一致しないということは、精度の高い制御が達成できないため、これを改善することが望まれている。本発明は、上記した従来の問題点を解決し、正確に目標値に沿った制御を達成することができるエンジン制御方法を提供することを目的としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記した目的を達成するために、本発明の請求項1に係るエンジン制御方式は、空燃比に関するエンジンの順モデルを制御系を用いて構成し、前記順モデルで得られる仮想空燃比をフィードバックし、該仮想空燃比と所定の目標空燃比とに基づいてエンジンの空燃比に関する動作パラメータの操作量を算出するエンジンの逆モデルを構成すると共に、前記目標空燃比をエンジンの運転状態に適合した変動量で変動させることを特徴とするものである。

【0005】

【発明の実施の形態】 以下、添付図面に示した一実施例を参照して、本発明に係るエンジン制御方式の実施の形態について説明する。図1は、エンジン1と本発明に係るエンジン制御方式を実行可能な制御装置10との関係を示す概略図である。エンジン1は、吸気管2に設けられたエアクリーナ3及び燃料噴射装置4を介してシリンダ5の燃焼室内に混合気を導入し、燃焼後の排気ガスを排気管6を介して大気中に排気する4サイクルエンジンであり、本図では吸気バルブや排気バルブ等の他の構成部材については省略されている。尚、図1中、符号7はクランクケースを、また、符号8はスロットルバルブを各々示している。前記排気管6の下流には三元触媒9が設けられている。この三元触媒9は、酸化と還元とを交互に繰り返すことによりエンジン1からの排気ガス中のHC、CO、NO_x等の成分と反応して、これらの成分を浄化する。制御装置10は、前記三元触媒9の浄化反

応を活性化させるように、燃料噴射装置 4 からの燃料噴射量を操作して排気ガス中の空燃比の値を制御するものである。この制御装置 10 は、図 1 に示すように、スロットルバルブ 8 に設けられたスロットル開度検知手段 12 から得られるスロットル開度に関する情報 α と、クランクケース 7 に設けられたクランク角検知手段 13 から得られるクランク角に関する情報 r と、吸気管 2 に設けられた吸気管壁温検知手段 14 から得られる吸気管壁温に関する情報 t_w とを入力し、これらの入力情報に基づいて、吸気管 2 に設けられた燃料噴射装置 4 の操作量 M_f (即ち、燃料噴射量) を決定して出力すると共に、排気管 6 に設けられた酸素センサ 15 から得られる実際の空燃比に関する情報 E を、必要に応じて入力して、この情報に基づく補正及び学習を行い常時最適な制御が行えるように構成されている。

【0006】図 2 は、制御装置 10 の構成を示す概略ブロック図である。制御装置 10 は、モデルベース制御部 20、目標空燃比算出部 30、エンジン回転数演算部 40、変換部 50、及びフィードバック制御部 60 を備え、三元触媒 9 の浄化反応を活性化させるように燃料噴射装置 4 からの燃料噴射量を操作して排気ガス中の空燃比の値を制御する通常制御モード又は、モデルベース制御部 20 のエンジンモデルと実際のエンジン 1 との間のずれを補正するフィードバック補正モードの何れかのモードで作動する。モデルベース制御部 20 は、エンジン回転数演算部 40 で算出されたエンジン回転数 n 、及びスロットル開度 α 、吸気管壁温 T 、及び目標空燃比算出部 30 で算出された目標空燃比 E_p を入力し、これらの情報に基づいて燃料噴射装置の基本操作量 M_{fn} を決定し、変換部 50 で、前記基本操作量 M_{fn} をエンジン 1 の燃料噴射サイクルに変換して操作量 M_f として制御装置 10 から出力する。目標空燃比算出部 30 は、エンジン回転数 n 、スロットル開度 α 、及びクランク角 r を入力し、これらの情報に基づいて目標空燃比 E_p を決定してモデルベース制御部 20 に出力する。フィードバック制御部 60 は、実際の空燃比に関する情報 E と目標空燃比 E_p とを入力し、これらの比較結果に基づいてフィードバック補正信号 F_Ba を決定してモデルベース制御部 20 に出力し、モデルベース制御部 20 における誤差を補正するもので、制御装置 10 がフィードバック補正モードに入れられた時のみ機能する。

【0007】(モデルベース制御部について) 以下、図 3～図 5 を参照してモデルベース制御部 20 の構成について説明する。図 3 は、図 2 におけるモデルベース制御部 20 の構成を示す概略ブロック図である。モデルベース制御部 20 は、吸気管 2 内の空気の挙動をモデル化した空気系順モデル 21、燃料噴射装置 4 から噴射される燃料の挙動をモデル化した燃料系順モデル 22、及び各順モデル 21 及び 22 から出力される推定空燃比 A_v 及び推定燃料量 F_v に基づいて推定空燃比 E_v を算出する

推定空燃比演算部 23 を備えている。また、モデルベース制御部 20 は、推定空燃比演算部 23 から出力される推定空燃比 E_v を基本操作量演算部 24 にフィードバックするフィードバックループを備えている。前記基本操作量演算部 24 は、推定空燃比演算部 23 から出力される推定空燃比 E_v と、目標空燃比算出部 30 から出力される目標空燃比 E_p とを入力してエンジン 1 の燃料噴射装置 4 に対する基本操作量 M_{fn} (基本燃料噴射量) を算出する。この基本操作量 M_{fn} は、モデルベース制御部 20 から出力されると共に燃料系順モデル 22 にも入力され、燃料系順モデル 22 は前記基本操作量 M_{fn} に基づいて推定燃料量 F_v を求める。上記したように、モデルベース制御部 20 では、空気系順モデル 21、燃料系順モデル 22、及び推定空燃比演算部 23 によりエンジン 1 の順モデルを構成し、かつ、前記燃料系順モデル 22、推定空燃比演算部 23、及び基本操作量演算部 24 を含むフィードバックループを用いて前記エンジン 1 の順モデルから出力される推定空燃比 E_v をフィードバックして基本操作量 M_{fn} を出力するエンジンの逆モデルを構成している。

【0008】(燃料系順モデルについて) 図 4 は、前記燃料系順モデル 22 の構成を示す概略ブロック図である。この燃料系順モデル 22 は、前述したように燃料噴射装置 4 から噴射された燃料の挙動をモデル化したものである。この燃料系順モデル 22 は、非付着燃料演算部 22a、付着燃料演算部 22b、一次遅れ部 22c、22d、燃料付着率推定部 22e、及び蒸発時定数推定部 22f を備え、前記基本操作量演算部 24 から入力される基本操作量 M_{fn} (基本燃料噴射量) から、実際にシリンダ 8 内に入る燃料量を推定する。前記燃料付着率推定部 22e は、エンジン回転数 n 及びスロットル開度 α と燃料付着率 x との関係を予め学習させたファジーニューラル回路網、ニューラル回路網、又は CMAC 等を用いて燃料付着率 x をモデル化したものであり、エンジン回転数 n 及びスロットル開度 α を入力し、これらの情報に基づいて、燃料噴射装置 4 から噴射された燃料が吸気管 2 等の壁面に付着する割合 x (以下、燃料付着率 x) を推定する。尚、この燃料付着率推定部 22e は、図示していないが、必要に応じて、エンジンの運転状態が過渡状態にある時に実際の空燃比 E と目標空燃比 E_p との比較結果に基づく教師データを入力して、経時変化等が原因で生じる燃料系順モデルの誤差を補正し、学習できるように構成され得る。また、前記蒸発時定数推定部 22f は、エンジン回転数 n 、スロットル開度 α 、及び吸気管壁温 T_e (又はエンジン水温) と蒸発時定数 τ との関係を予め学習させたファジーニューラル回路網、ニューラル回路網、又は CMAC 等を用いて蒸発時定数 τ をモデル化したものであり、エンジン回転数 n 、スロットル開度 α 、及び吸気管壁温 T_e (又はエンジン水温) を入力し、これらの情報に基づいて、壁面に付着した燃料

が蒸発する時定数 τ (以下、蒸発時定数 τ) を推定する。尚、この蒸発時定数推定部 22f も、前記燃料付着率推定部 22e と同様、図示していないが、必要に応じて、エンジンの運転状態が過渡状態にある時に実際の空燃比 E と目標空燃比 E_p との比較結果に基づく教師データを入力して、経時変化等が原因で生じる燃料系順モデルの誤差を補正し、学習できるように構成され得る。上記した燃料付着率推定部 22e 及び蒸発時定数推定部 22f については、本願出願人が平成 8 年 10 月 14 日に出願した特願平 8-271188 号により詳細に開示されている。非付着燃料演算部 22a は、前記燃料付着率推定部 22e から得られる燃料付着率 x に基づいて、基本操作量演算部 24 から入力される基本操作量 $M \cdot f \cdot n$

(即ち、基本燃料噴射量) における燃料噴射装置 4 から直接シリンダ 5 の燃焼室内に入る燃料量を算出する。付着燃料演算部 22b は、前記燃料付着率推定部 22e から得られる燃料付着率 x に基づいて、基本操作量演算部 24 から入力される基本操作量 $M \cdot f \cdot n$ (基本燃料噴射量) において一度壁面に付着した後でシリンダ 5 内に入る燃料量を算出する。前記非付着燃料演算部 22a 及び付着燃料演算部 22b から得られる燃料量は、各々一次遅れ部 22c、22d で、蒸発時定数演算部 22f から得られる蒸発時定数 τ_1 、 τ_2 に基づいて一次遅れ系にて近似された後、加算され、推定燃料量 F_v として燃料系順モデル 22 から出力される。尚、通常、エンジン 1 における燃料噴射装置 4 から噴射された燃料の挙動をモデル化する場合、噴射燃料が燃料噴射装置 4 からシリンダ 5 内に入るまでの無駄時間を考慮して、図 4 に破線で示すように無駄時間分だけ位相を遅らせる無駄時間用位相遅れ部 22g を設ける必要があるが、本実施例における燃料系順モデル 22 では、前記無駄時間分だけ燃料系順モデルの位相を進ませることで無駄時間用位相遅れ部 22g を設ける必要をなくしている。これにより、燃料系順モデル 22 は単純な一次遅れ系になるので、燃料系順モデル 22 の出力を用いてフィードバック制御を行う場合に、フィードバックゲインを大きくすることが可能になり、過渡時にも適正な基本操作量が得られる正確な逆モデルを構成している。

【0009】(空気系順モデルについて) 図 5 は、前記
空気量 $A_v(\alpha, P_{man})$

$$= C_t \frac{\pi}{4} D^2 \frac{P_{amb} \sqrt{k}}{\sqrt{RT_{amb}}} \beta_1(\alpha) \beta_2(P_{mam}) + m_{ao} \dots (1)$$

$$\text{吸気負圧 } P_{mam} = - \frac{1}{\tau} P_{mam} \frac{RT_{mam}}{V} A_v(\alpha, P_{mam}) \dots (2)$$

ここで、 M_a は吸入空気量、 C_t はスロットルでの流量計数、 D はスロットルの直径、 P_{amb} は大気圧、 k は空気の比熱、 T_{amb} は大気温、 R は気体定数、 M_{ao} は補正計数、 T_{mam} は吸気管温度、 V は吸気管体積、 β_1 はスロットル開度に依存する計数、 β_2 は吸気管圧

空気系順モデル 21 の構成を示す概略ブロック図である。この空気系順モデル 21 は、スロットル開度用位相進み部 21a、空気量演算部 21b、圧力変換部 21c、吸気負圧演算部 21d、体積効率推定部 21e、及びエンジン回転数用位相進み部 21f を備えている。

【0010】(各位相進み部 21a 及び 21f について) 前記スロットル開度用位相進み部 21a 及びエンジン回転数用位相進み部 21f は、前記燃料系順モデル 22 において、取り除いた無駄時間(即ち、噴射燃料が燃料噴射装置 4 から噴射された後、シリンダ 5 内に入るまでの時間)分だけ入力されるスロットル開度 α 及びエンジン回転数 n の位相を進める。具体的には、各位相進み部 21a 及び 21f は、時刻に対するエンジン回転数又はスロットル開度の変化パターンを予め学習したニューラル回路網を各々備えており、このニューラル回路網により、過去の複数の時刻におけるエンジン回転数又はスロットル開度に基づいてエンジン回転数又はスロットル開度の未来値を求めることにより、位相を進める。このように、空気系順モデル 21 において、スロットル開度及びエンジン回転数の位相を無駄時間分だけ進めることにより、燃料系順モデル 22 及び空気系順モデル 21 の両方の位相を無駄時間分だけ進めることになり、燃料系順モデル 22 で無駄時間を取り除いたことによる推定燃料量 F_v と推定空気量 A_v との位相のずれがなくなり、推定空燃比演算部 23 で適正な推定空燃比を推定することが可能になる。また、例えば、筒内噴射式のエンジンのように、噴射燃料が燃料噴射装置からシリンダ内に入るまでの無駄時間が存在しないものや、前記無駄時間が無視できる程小さいもの場合には、噴射燃料の挙動をモデル化する時に、始めから無駄時間用位相遅れ部を設ける必要がないので、空気系順モデル 21 における各位相進み部 21a 及び 21f も設ける必要はない。尚、各位相の進め方はニューラル回路網を用いる方法に限られず任意の方法でよく、例えば、最小二乗法等を用いてもよい。

【0011】空気量 A_v 及び吸気負圧 P_{mam} の演算部 21b、21d は流体力学的な数式(1)、(2)でのモデル化を行う。

力に依存する計数である。また、体積効率 η に関しては数式によるモデル化が困難なため、体積効率推定部 21e は、エンジン回転数信号 n 及びスロットル開度 α と体積効率 η との関係を予め学習させたファジーニューラル回路網(又はニューラル回路網、CMAC 等)によるモ

デル化を行う。尚、体積効率推定部21eからの出力は、制御装置10がフィードバック補正モードにある時に、前記フィードバック制御部30からのフィードバック補正信号F B aにより補正され、体積効率推定部21eは、補正後の体積効率 η を教師データとして学習可能に構成されている。

【0012】（目標空燃比算出部30について）図6は目標空燃比算出部30の構成を示す概略ブロック図である。目標空燃比算出部30は、基本変動量算出部31、変動制限部32、及び波形作成部33を備えている。

【0013】（基本変動量算出部について）前記基本変動量算出部31は、エンジン回転数 n 及びスロットル開度 α と、目標空燃比を理論空燃比（14.7）を中心値としてエンジンの動作特性に影響を及ぼさない範囲で変動させるための目標周期 T_p 及び目標振幅 A_p との関係を予め学習させたニューラル回路網（図7参照）から成り、エンジン回転数 n 及びスロットル開度 α を入力し、それらの条件において、エンジンの動作特性に影響を及ぼさない範囲の周期及び振幅を求めて出力する。

【0014】（変動制限部について）変動制限部31は、変動許容値決定部31a、回転変動検出部31b、比較部31c、及び補正值算出部31dから成り、実際に目標空燃比算出部30から出力される目標空燃比 E_p の変動量（振動 T_p 及び振幅 A_p ）が運転者のフィーリングに及ぼす影響度を、運転者のフィーリングに影響を及ぼしやすいファクタであるトルク変動、即ち、エンジンの回転変動に基づいて判断し、実際に出力されている目標空燃比 E_p が運転者に不快なフィーリングを与えないように、その振幅 A_p 及び周期 T_p を補正する。以下に、変動制限部31の各部の具体的な処理について説明する。回転変動検出部31bは、図8に示すように、角速度検出部、角加速度検出部、角加速度平均値算出部、及び偏差累積加算部から成り、角加速度検出部で、クランク角検出手段13から得られるエンジン1が膨張行程にある時の所定の2点のクランク角信号 r をフィードバック情報として入力して、このクランク角信号 r に基づいて、各サイクル毎に前記2点のクランク角間の角速度 v を演算し、さらに、角加速度検出部で、前記2点のクランク角間の角速度（ v_1 及び v_2 ）から角加速度（ a_{cc} ）を演算する。この角加速度の演算を繰り返す毎、即ち、各サイクル毎に、角加速度平均値算出部で、角加速度の平均値（ a_{cc_ave} ）を求め、その時の角加速度（ a_{cc} ）と角加速度平均値（ a_{cc_ave} ）との差の絶対値を角加速度変動値（ f_1 ）とし、当該角加速度変動値（ f_1 ）を燃焼悪化指数（ pnt ）として偏差累積加算部で次々に累積加算する。そして、上記した処理を100サイクル分繰り返して得た燃焼悪化指数

（ pnt ）を回転変動として出力する。一方、変動許容値決定部31aは、エンジン1のエンジン回転数及びスロットル開度に対応した、運転者に不快なフィーリング

を与えない回転変動の許容値（ lim ）を予め実験等により求めてマップや数式等の形式で記憶しており、エンジン回転数信号 n 及びスロットル開度信号 α を入力して、その時の回転変動の許容値（ lim ）を出力する。比較部31cでは、前記回転変動検出部31bから得られる実際の回転変動（ pnt ）と、変動許容値決定部31aから得られる変動許容値（ lim ）とを比較し、その比較結果を補正值算出部31dに出力する。補正值演算部31dは、実際の回転変動（ pnt ）が変動許容値（ lim ）より大きい場合には、現在の目標空燃比 E_p の周期 T_p 及び振幅 A_p は、運転者に不快なフィーリングを与えるものであると判断して、周期 T_p 及び振幅 A_p がその時の変動許容値（ lim ）の範囲内に入るように、制限的補正信号 L_a を決定して出力し、また、実際の目標回転変動（ pnt ）が変動許容値（ lim ）より小さい場合には、現在の目標空燃比 E_p の周期 T_p 及び振幅 A_p は、運転者のフィーリングに影響を与えるものではないと判断して前記補正信号 L_a をゼロにする。図9は上記した変動制限部31の一連の処理を示すフローチャートである。

【0015】（波形作成部について）波形作成部33は、基本変動量算出部31から出力される周期 T_p 及び振幅 A_p に、変動制限部32から出力される補正信号 L_a を加算した補正後の周期及び振幅に基づいて、中心値を理論空燃比（14.7）として変動する波形を有する目標空燃比 E_p を求めて出力する。

【0016】（基本変動量算出部の学習について）尚、前記基本変動量算出部31を構成するニューラル回路網は、変動制限部32から出力される補正信号 L_a を加算した補正後の周期及び振幅を教師データとして、その時のエンジン回転数及びスロットル開度に対応させて学習を行う。これにより、学習後の制御では、基本変動量算出部31が、その時々エンジンの経時変化等に追従して改善され、運転者に不快なフィーリングを与えない範囲で三元触媒を最も活性化できる周期 T_p 及び振幅 A_p を出力するようになる。このように、運転者のフィーリングに影響を及ぼし易いファクタである回転変動をフィードバックして、この回転変動が許容値の範囲内に収まるように補正を加えながら目標空燃比の変動の振幅 A_p 及び周期 T_p を制御することにより、運転者に不快なフィーリングを与えない範囲で最大限に目標空燃比を変動させることが可能になり、三元触媒を、エンジン運転状態のその時々で最大に活性化させることが可能になり、また、補正後の変動量を教師データとして学習していくことにより経時変化にも対応できるようになる。

【0017】（フィードバック制御部60について）次に、フィードバック制御部60を用いたフィードバック補正モードについて説明する。上記した制御装置10は、図10（a）に示すように、エンジンの運転状態が所定以上変化した場合、例えば、スロットル開度が所定

の変化率以上で変化した場合、通常の制御からフィードバック補正モードに切り替わる。このフィードバック補正モードは、モデルベース制御部20におけるエンジンの順モデルと実際のエンジンとの間にずれがあるか否かを判断し、ずれがある場合に、前記順モデルの補正を行うモードであり、この間は、図11に示すように、目標空燃比算出部30、モデルベース制御部、及びフィードバック制御部60の各出力 E_p 、 Mfn 、 FBA の波形は通常制御時と変えられる。目標空燃比算出部30は、フィードバック補正モードに入ると目標空燃比 E_p を変動させるのを停止し、一定値、即ち、理論空燃比(14.7)をモデルベース制御部20とフィードバック制御部60に出力する。これにより、モデルベース制御部20は、前記した変動していない目標値 E_p に基づいて基本操作量 Mfn を出力するようになる。フィードバック制御部60は、理論空燃比を目標値 E_p として制御されるエンジン1の実際の空燃比を排気管6に設けられた酸素センサ15を用いてフィードバックし、この酸素センサ15から得られる実際の空燃比がリッチか、又はリーンかという情報 E を、目標空燃比算出部30から入力される目標空燃比 E_p と比較し、この比較結果に基づいて、例えば、酸素センサ15から得られる情報 E がリッチの場合には、燃料噴射量が少なくなるようにモデルベース制御部20の順モデルを補正する補正信号 FBA を決定して出力し、また、酸素センサ15から得られる情報 E がリーンの場合には、燃料噴射量が多くなるようにモデルベース制御部20の順モデルを補正する補正信号 FBA を決定して出力する(図2参照)。前記フィードバック制御部60から出力される補正信号 FBA は、具体的には、モデルベース制御部20における空気系順モデル21の体積効率 η を補正するもので、図3に示すように空気系順モデル21に入力され、図5に示すように体積効率推定部21eからの出力に補正值として加算される。また、前記フィードバック制御部60では、フィードバック補正モード中に、燃料噴射量がステップ的に変化しないように、酸素センサ15からの出力がリッチの場合には徐々に燃料噴射量を減らすように、また、酸素センサ15からの出力がリーンの場合には徐々に燃料噴射量を増やすように補正信号 FBA を決定する。従来、酸素センサを用いてフィードバック制御を行う場合、図12(a)に示すように酸素センサの出力に従って燃料噴射量をステップ的に変化させていたためフィードバック制御中に急激なトルク変化が生じていたが、本実施例のように燃料噴射量がステップ的に変化しないようにフィードバック制御部60で補正信号 FBA を決定することによりフィードバック補正モード中のトルク変動を抑えることができる(図12(b)参照)。このフィードバック補正モードは、モデルベース制御部20におけるエンジンの順モデルと実際のエンジン1との間のずれが無くなるまで、即ち、モデルベース制御部20の

出力及びフィードバック制御部60の出力 Mfn 、 FBA が図11に示すように理論空燃比を挟んでリッチとリーンとに周期的に振動し始めるまで行われる。また、空気系順モデル21は、このフィードバック補正モード中に得られた体積効率を教師データとして学習を繰り返し、これにより、学習後は、エンジンの順モデルと実際のエンジンとの間のずれがなくなる。従来は、酸素センサ15を用いてフィードバック制御を行う場合、図10(b)に示すように、エンジンの運転状態が所定の条件を満たしている間の全域に渡って行われていたが、本実施例のようにエンジンの運転状態が変化した後、エンジンの順モデルと実際のエンジンとの間のずれがなくなるまで行うように制御することにより、フィードバック補正モードの時間が従来のフィードバック制御の時間より短縮することができ、酸素センサを用いたフィードバック制御によるトルクの変動を最小限に抑えることができ、また、フィードバック補正モードの時間を短くすることにより、空燃比を三元触媒に合わせて変動できる時間をより長く確保することが可能になる。

【0018】(実施例効果)以上説明した実施例によれば、運転者のフィーリングに与える影響度を回転変動を用いて判断し、その判断結果に基づいて目標空燃比の変動量を制限しているので、目標空燃比を変動させることにより運転者のフィーリングに悪い影響を与えることがなく、また、これにより、運転者のフィーリングに悪い影響を与えない範囲内で最大限に空燃費を変動させることができるようになるので三元触媒をその時々で最も活性化させることも可能になる。また、上記した実施例では、空燃比を所定の周期と振幅で変動させているので、空燃比の変動がステップ的な変化を含まず、急激なトルク変化を生じさせることがない。さらに、本実施例によれば、基本操作量 Mfn を、エンジンのモデルを用いたモデルベース制御部20で求めているので、基本操作量 Mfn を目標空燃比 E_p に沿って滑らかに変動させることが可能になり、マップ等を用いて基本操作量を求める場合に比べて制御の精度が高くできるという効果を奏する。

【0019】(その他)以上説明した本実施例においては、目標値の変動が運転者のフィーリングへ与える影響度を、エンジンの回転変動に基づいて判断しているが、前記影響度を判断するためのファクタは本実施例に限定されることなく、運転者のフィーリングを判断し得るファクタであれば任意のファクタでよく、例えば、ヘルメットやグローブ等の運転者の装備品、又は車両におけるアクセル等の運転者と接触する部分に運転者自身の体温、発汗状態、脈拍等の生理状態を検知するセンサ等を設けて、運転者の生理状態から直接運転者のフィーリングを判断するように構成してもよく、或いは、回転変動以外の車両又はエンジンの動作状態から運転者のフィーリングを判断するように構成してもよい。また、本実施

例では、吸気管2に燃料噴射装置4が設けられた4サイクルエンジン1の空燃比を制御する例について説明しているが、制御すべきエンジンの形式は本実施例に限定されることなく、例えば、2サイクルエンジンや筒内噴射式のエンジン等、様々な形式のエンジンに適用できる。また、本実施例では、エンジンの動作特性及び運転者のフィーリングに与える影響度の許容範囲内で三元触媒を最も活性化できる周期及び振幅で、空燃比を変動させるように制御しているが、空燃比を変動させる目的は本実施例に限定されることなく、他の目的、例えば、燃費向上等を目的として変動させてもよい。従って、本実施例では、理論空燃比を境に空燃比を変動させているが、目的が異なる場合は空燃比の変動の基本条件も、目的に合わせて変更することができ、例えば、燃費向上を目的に変動させる場合には空燃比をリーン限界の近くで、エンジンの運転に影響を及ぼさない範囲で変動され得る。

【0020】

【発明の効果】以上説明した本発明に係るエンジン制御方式によれば、空燃比に関するエンジンの順モデルを制御系を用いて構成し、前記順モデルで得られる仮想空燃比をフィードバックし、該仮想空燃比と所定の目標空燃比とに基づいてエンジンの空燃比に関する動作パラメータの操作量を算出するエンジンの逆モデルを構成すると共に、前記目標空燃比をエンジンの運転状態に適合した変動量で変動させるので、目標値に沿って動作パラメータの操作量を正確に変動させることが可能になり、より精度の高い制御を実行することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 エンジン1と本発明に係るエンジン制御方式を実行可能な制御装置10との関係を示す概略図である。

【図2】 制御装置10の構成を示す概略ブロック図である。

【図3】 図2におけるモデルベース制御部20の構成を示す概略ブロック図である。

【図4】 燃料系順モデル22の構成を示す概略ブロック図である。

【図5】 空気系順モデル21の構成を示す概略ブロック図である。

【図6】 目標空燃比算出部30の構成を示す概略ブロック図である。

【図7】 基本変動量算出部30aを構成するニューラル回路網の概略構成図である。

【図8】 回転変動検出部30eの構成を示す概略ブロック図である。

【図9】 変動制限部30bの一連の処理を示すフローチャートである。

【図10】 (a)は制御装置10におけるフィードバック補正信号とエンジンのトルク変動の関係を示す図で

あり、(b)は、酸素センサを用いた従来のフィードバック制御におけるフィードバック補正信号とエンジンのトルク変動との関係を示す図である。

【図11】 目標空燃比 E_p 、フィードバック補正值 f_a 、及び基本操作量 M_{fn} の各々の通常制御時及びフィードバック補正モード時の波形を示す図である。

【図12】 (a)は酸素センサを用いた従来のフィードバック制御における酸素センサの出力値、ECUの判定信号、フィードバック補正信号、及びトルク変動の関係を示す図であり、(b)は制御装置10におけるフィードバック補正信号及びトルク変動を示す図である。

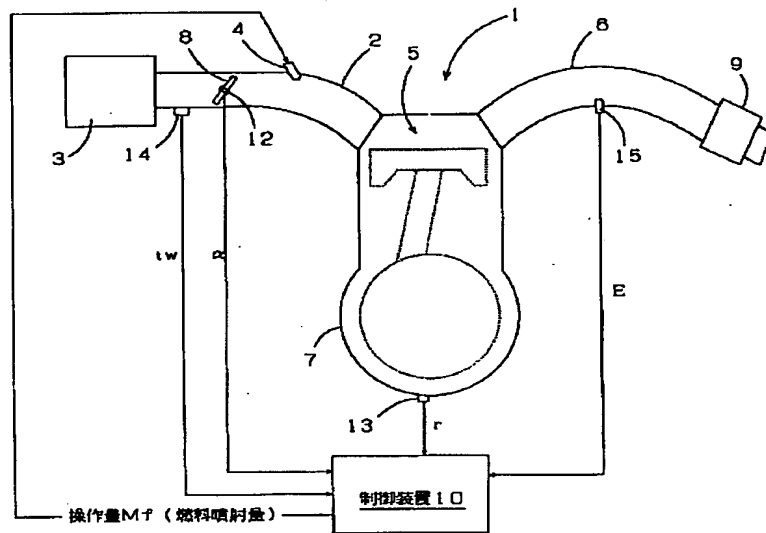
【符号の説明】

1	エンジン
2	吸気管
3	エアクリーナ
4	燃料噴射装置
5	シリンダ
6	排気管
7	クランクケース
8	スロットルバルブ
9	三元触媒
10	制御装置
12	スロットル開度検知手段
13	クランク角検知手段
14	吸気管壁温検知手段
15	酸素センサ
20	モデルベース制御部
21	空気系順モデル
21a	スロットル開度用位相進み部
21b	空気量演算部
21c	圧力変換部
21d	吸気負圧演算部
21e	体積効率推定部
21f	エンジン回転数用位相進み部
22	燃料系順モデル
22a	非付着燃料演算部
22b	付着燃料演算部
22c	一次遅れ部
22d	一次遅れ部
22e	燃料付着率推定部
22f	蒸発時定数推定部
22g	無駄時間用位相遅れ部
23	推定空燃比演算部
24	基本操作量演算部
30	目標空燃比算出部
31	基本変動量算出部
31a	変動許容値決定部
31b	回転変動検出部
31c	比較部
31d	補正值算出部

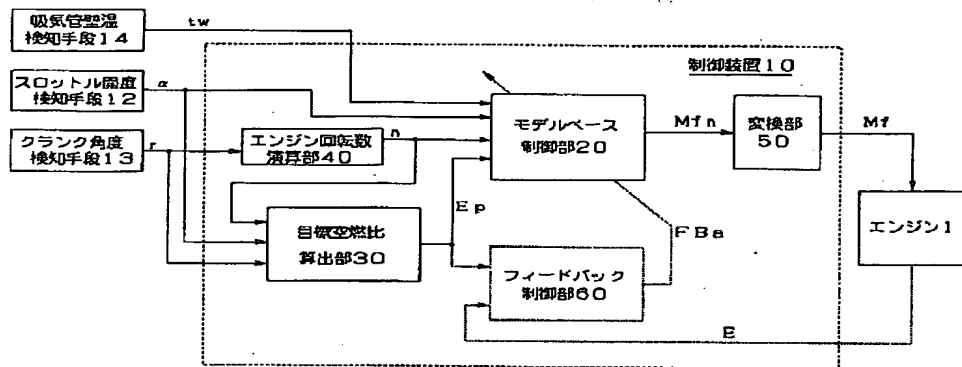
32 変動制限部
 33 波形作成部
 40 エンジン回転数演算部
 50 変換部
 60 フィードバック制御部
 n エンジン回転数
 α スロットル開度
 r クランク角
 tw 吸気管壁温
 Mf (燃料噴射装置の) 操作量
 Mfn 基本操作量
 E 実際の空燃比に関する情報
 Ep 目標空燃比
 Ev 推定空燃比
 Tp 目標周期
 Ap 目標振幅
 FBa フィードバック補正信号

La 制限補正信号
 Av 推定空気量
 Fv 推定燃料量
 Pman 吸気負圧
 η 体積効率
 Ct 流量計数
 D スロットル直径
 Pamb 大気圧
 k 空気の比熱
 Tamb 大気温度
 R 気体定数
 Ma0 補正計数
 Tman 吸気管温度
 V 吸気管体積
 $\beta 1$ スロットル開度に依存する計数
 $\beta 2$ 吸気管圧力に依存する計数

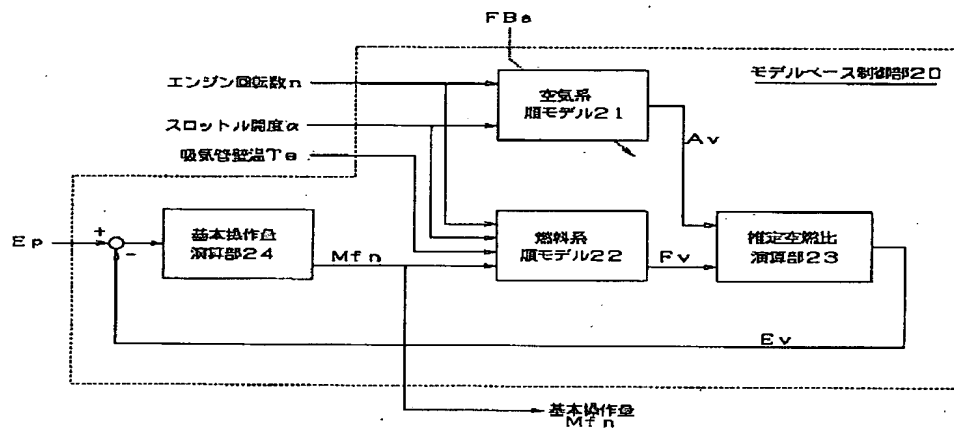
【図1】



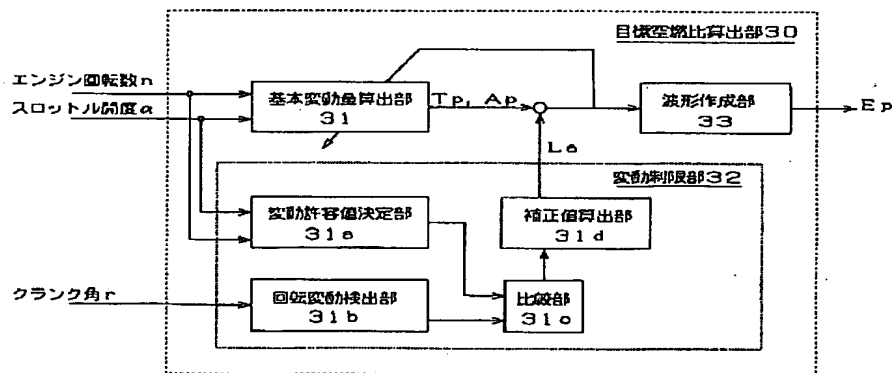
【図2】



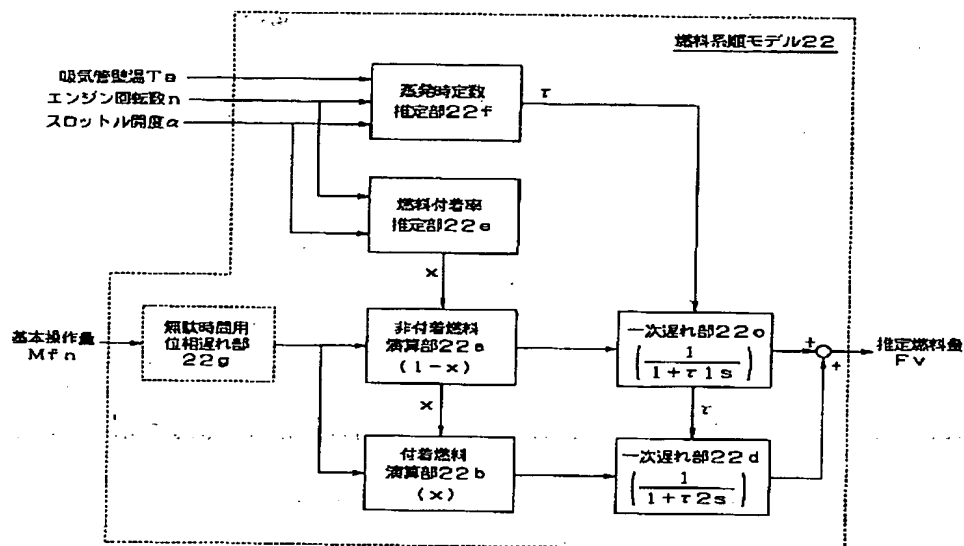
【図3】



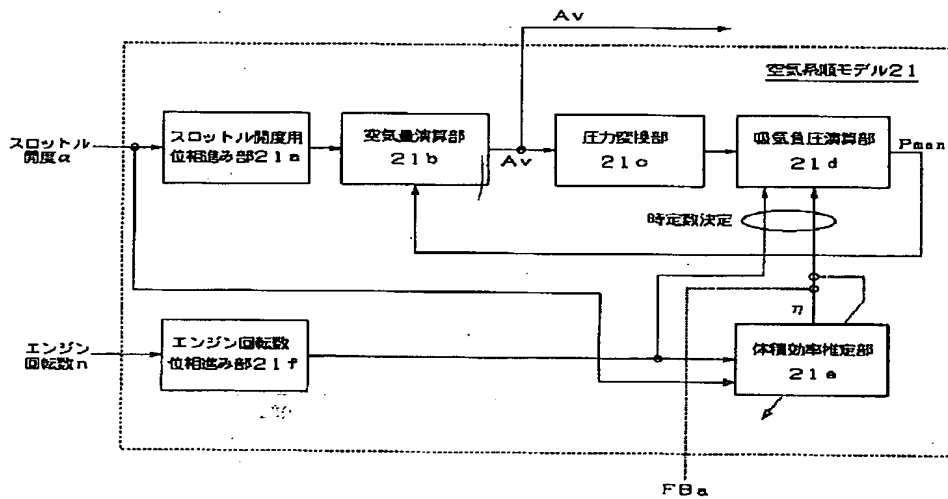
【図6】



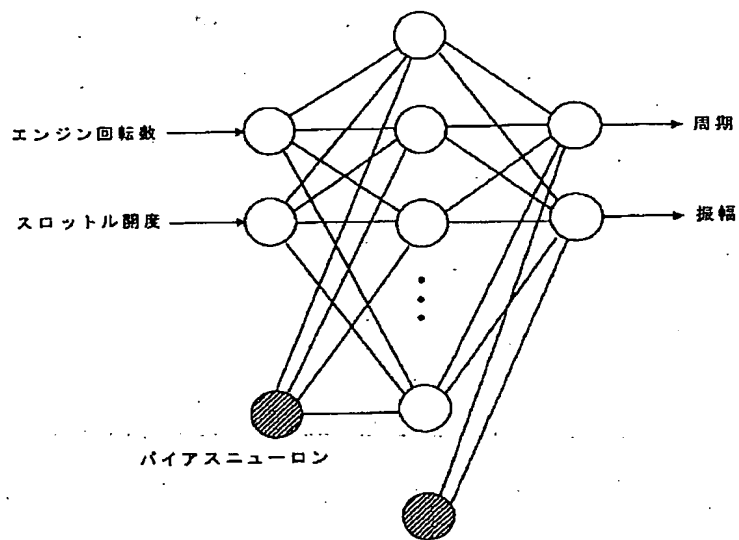
【図4】



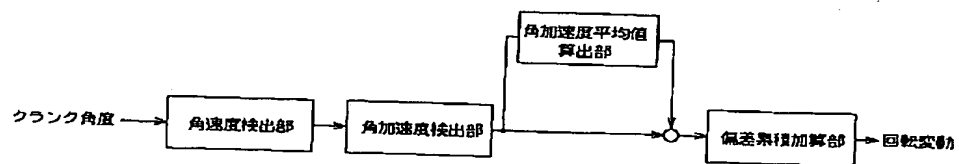
【図5】



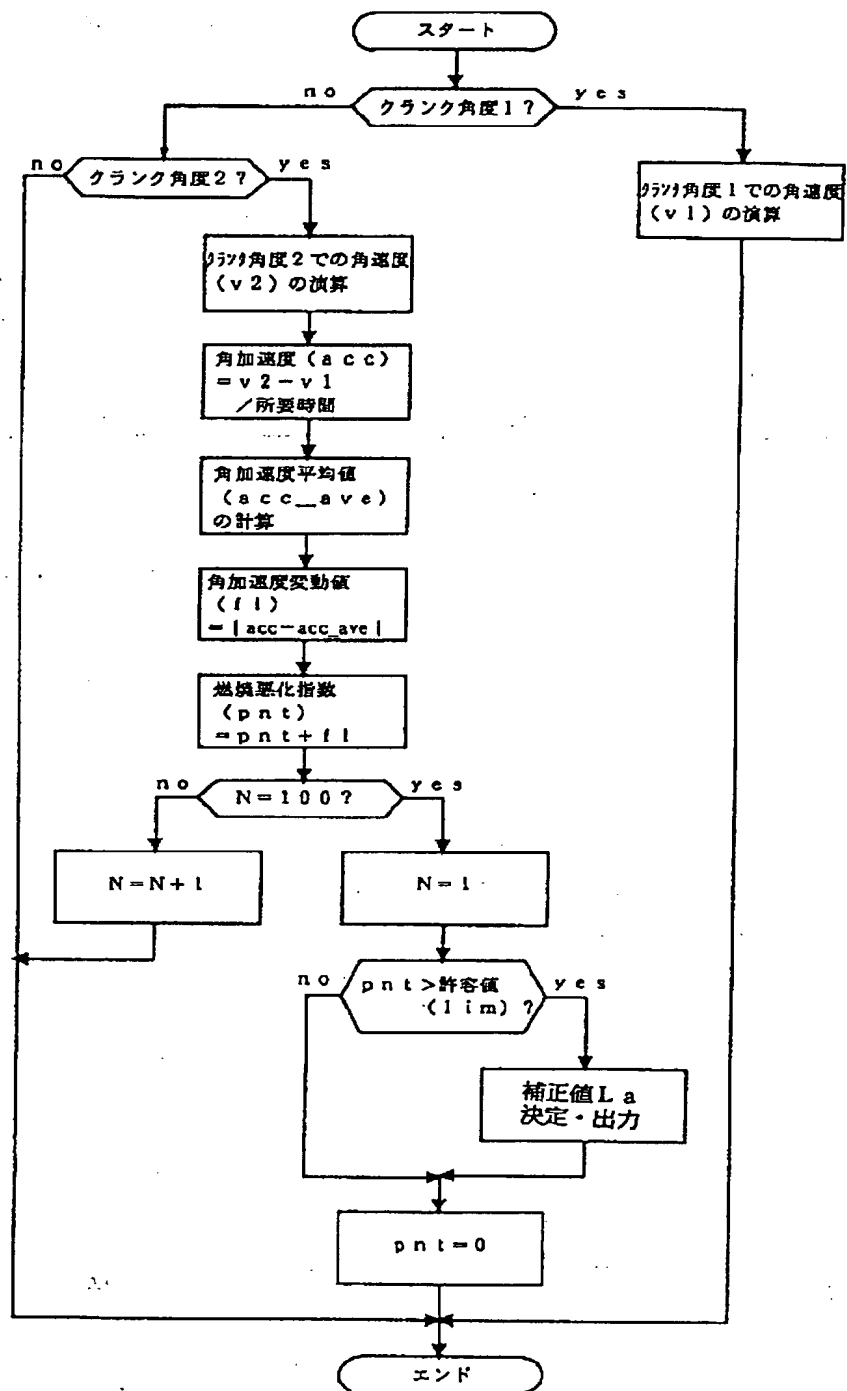
【図 7】



【図 8】

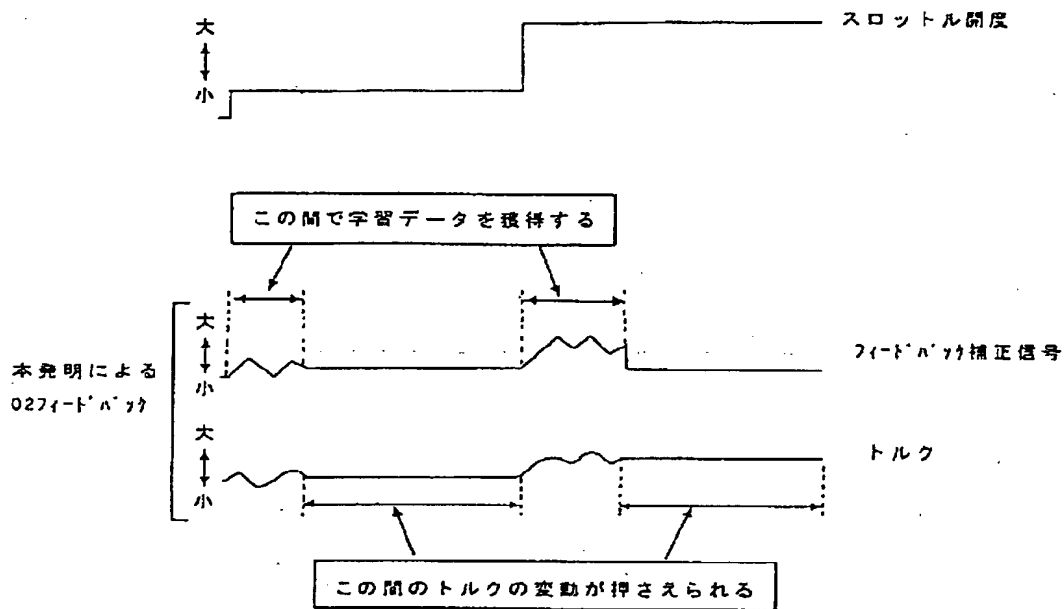


【図9】

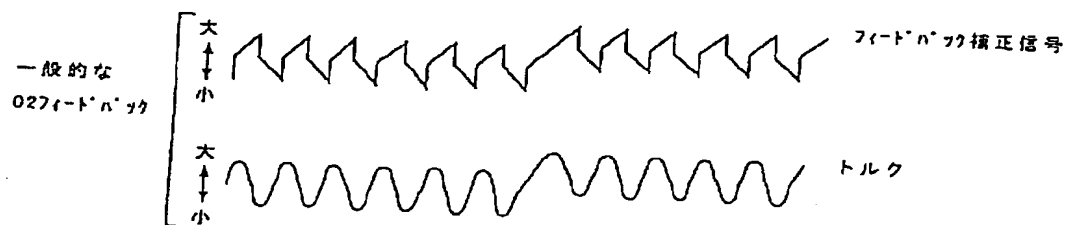


【図10】

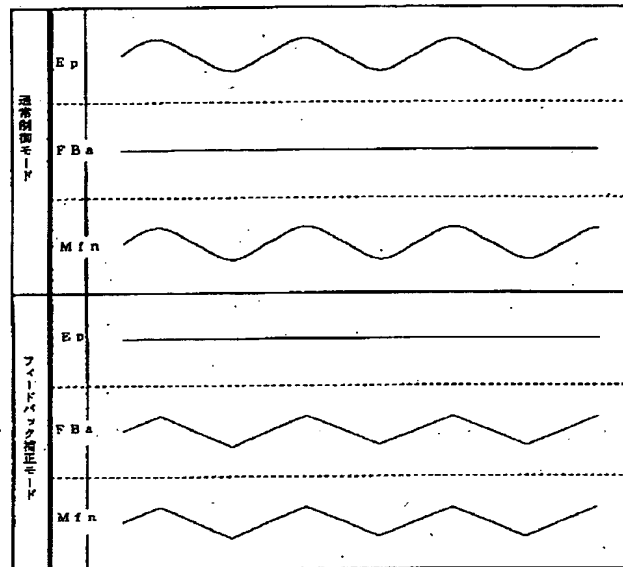
(a)



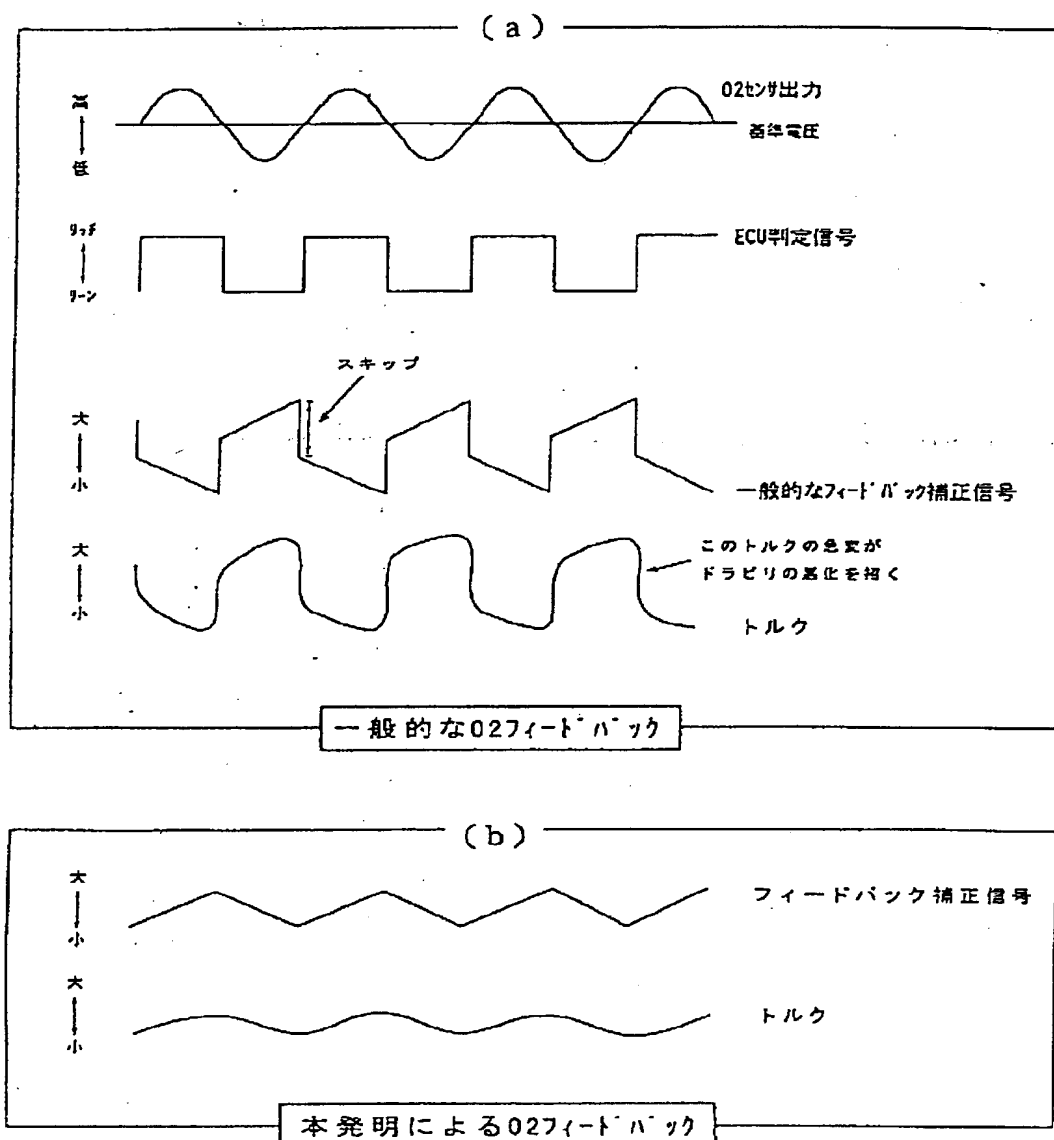
(b)



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 0 2 D 41/34

45/00

G 0 5 B 11/32

13/02

13/04

識別記号

3 4 0

F I

F 0 2 D 41/34

45/00

G 0 5 B 11/32

13/02

13/04

W

3 4 0 C

F

L